

Debyeovo stínění

→ elektrický potenciál v okolí zdroje

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho_e}{\epsilon_0} \quad \text{Poissonova}$$

$$+ \quad \mathbf{E} = -\nabla \phi$$

$$\Rightarrow \Delta \phi = -\frac{\rho_e}{\epsilon_0}$$

hledáme řešení pro ϕ

$\rho_e \dots$ určit z Maxwellova rozdílů; je-li
stav blízký rovnováze

M-B pro jeden druh částic α

$$f(n_\alpha) = A_\alpha \exp \left[-\frac{\frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2 + q_\alpha \phi}{k_B T_\alpha} \right]$$

částicová hustota - $n_\alpha(\phi) = \int f(n_\alpha) d\mathbf{v}_\alpha =$

$$= \exp \left[-\frac{q_\alpha \phi}{k_B T_\alpha} \right] \underbrace{\int A_\alpha \exp \left[-\frac{\frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2}{k_B T_\alpha} \right] d\mathbf{v}_\alpha}_{n_{\alpha,0} \text{ požadová}}$$

$$\Rightarrow n_\alpha(\phi) = n_{\alpha,0} \exp \left[-\frac{q_\alpha \phi}{k_B T_\alpha} \right] \leftarrow \begin{array}{l} \text{pro elektrony} \\ \text{= Boltzmannův} \\ \text{vztah} \end{array}$$

pak: $\rho_e = \sum_\alpha q_\alpha n_\alpha$

$$\text{tedy: } \Delta \phi = -\frac{1}{\epsilon_0} \sum_\alpha q_\alpha n_{\alpha,0} \exp \left[-\frac{q_\alpha \phi}{k_B T_\alpha} \right] =$$

$$= -\frac{1}{\epsilon_0} \left[\underbrace{\sum_\alpha q_\alpha n_{\alpha,0}}_{=0} - \sum_\alpha \frac{q_\alpha^2 n_{\alpha,0}}{k_B T_\alpha} \phi + \dots \right]$$

$=0$ protože je plazma
kvasineutrální

$$\rightarrow \Delta \phi = \left(\sum_{\alpha} \frac{q_{\alpha}^2 n_{\alpha 10}}{\epsilon_0 k_B T_{\alpha}} \right) \phi$$

$\rightarrow$ predpokladáme sférickú symetriu kolem vybraného náboje Q

$$\Delta \phi = a \phi \rightarrow \frac{1}{r} \frac{d^2}{dr^2} [r \phi(r)] = a \phi(r)$$

$$a = \sum_{\alpha} \frac{q_{\alpha}^2 n_{\alpha 10}}{\epsilon_0 k_B T_{\alpha}}$$

$$\psi(r) \equiv r \phi(r) \quad \text{prejde}$$

$$\frac{d^2}{dr^2} \psi(r) = a \psi(r)$$

mať feru! $\psi(r) = c_1 e^{\sqrt{a}r} + c_2 e^{-\sqrt{a}r}$
 $= 0$, pretože ~~potenciál~~ ~~potenciál~~ by divergoval $\rightarrow$ nefyzikálny

$$\phi(r) = \frac{c_2}{r} e^{-\sqrt{a}r}$$

$\rightarrow$ urobiť tak, aby na malej vzdialenosti potenciál prešiel v Coulombický

$$\frac{c_2}{r} \rightarrow \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \leftarrow \text{náboj vybraného náboje}$$

$$\rightarrow \phi(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} e^{-\frac{r}{\lambda_D}} \quad \lambda_D = \sqrt{\sum_{\alpha} \frac{\epsilon_0 k_B T_{\alpha}}{q_{\alpha}^2 n_{\alpha 10}}}$$

izotermálny Debyeova dĺžka vzdialenosti pro vodíkovej ionizovanej plazma:

$$\alpha = e, i; \quad n_{i0} = n_{e0} = n_0; \quad q_e = -e; \quad q_i = e; \quad T_i = T_e$$

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 k_B T_e}{2 n_0 e^2}}$$

$\rightarrow$ + Boltzmannov vzťah! pokud jen elektrony, pak 2 přič