

Cvičenie 1

Rovnice z prednášky

Debyeho dĺžka	$\lambda_D = \sqrt{\left(\frac{\epsilon_0 k T}{e^2 n_e}\right)}$	Plazmové kritériá 1. Charakteristická škála plazmy $L \gg \lambda_D$ 2. Malá vzdialenosť medzi iónmi $n_e \lambda_d^3 \gg 1$ 3. Makroskopická neutralita $n_e = \sum n_i$ 4. $f_{pl} > f_{zrážok}$
Plazmový parameter	$\Lambda = n_e \lambda_D^3$	
n v Debyeho sfére	$N_D = \frac{4}{3} \pi \lambda_D^3 n_e$	
Plazmová frekvencia	$\omega_{pl} = \sqrt{\left(\frac{n_e e^2}{m_e \epsilon_0}\right)}$	

Maxwellove rovnice

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu \left(\vec{j} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

Úloha 1

Bittencourt, úloha číslo 1.1, strana 28:

Medziatomárne a medzimolekulové sily sú zvyčajne vyjadrené vo forme potenciálu $V(r)$, pričom $F(r) = -dV(r)/dr$. Potenciál medzi neutrálnymi časticami vo veľkých vzájomných vzdialenostiach sa opisuje tzv. *van der Waals*-ovým potenciálom:

$$V(r) = -C \left(\frac{a_0}{r} \right)^6 Ry, \quad (1)$$

kde C je konštanta závislá na druhu častice, a_0 je Bohrov polomer ($0.0529nm$) a Ry je Rydbergova energia ($13.605eV$).

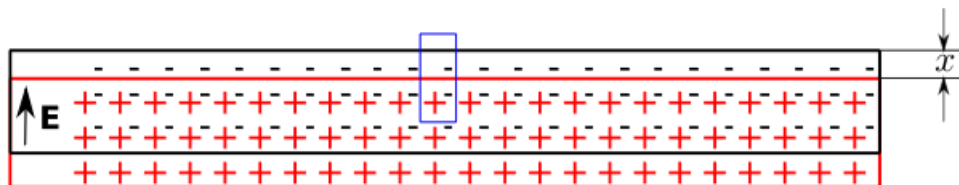
Určite van der Waalovu silu medzi dvomi molekulami vodíka ($C = 24$) a porovnajte s Coulombovskou silou medzi protónom a elektrónom vo vzdialenosti $r = Na_0$, kde $N \gg 1$.

Úloha 2

Bittencourt, úloha číslo 1.2, strana 29:

Cvičenie 1

Uvažujem počiatočne homogénnu plazmu, v ktorej sú hustoty iónov aj elektrónov rovné n . Externou silou vznikne 1D porucha v rovine yz - malý posun v smere x .



Vyriešte úlohy:

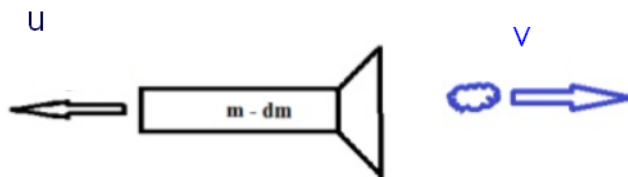
- (i) S použitím Gaussovho zákona vyrátajte elektrické pole v poruchovej rovine
- (ii) Vyjadrite pohybovú rovnicu elektrónov
- (iii) Určite frekvenciu harmonického pohybu

Úloha 3

Bittencourt, úloha číslo 1.6, strana 31:

Uvažujeme raketu mimo pôsobenia gravitačného poľa Zeme. Máme dané:

- (i) v konštantnú relatívnu rýchlosť spáleného paliva voči rakete
- (ii) u okamžitú rýchlosť rakety
- (iii) m okamžitú hmotnosť rakety
- (iv) dm konštantnú zmenu hmotnosti za jednotku času.



Úlohy:

- (i) Newtonovu pohybovú rovnicu

Cvičenie 1

- (ii) Po integrácii vyjadrite rovnicu okamžitej rýchlosti rakety
- (iii) Vyjadrite počiatočné zrýchlenie rakety
- (iv) Vyjadrite číselne zrýchlenia chemickej a plazmovej rakety.
- (v) Porovnajte akú dráhu prekoná raketa za čas dt . Riešte analyticky aj numericky.

Úloha 4

S použitím Maxwellových rovníc odvodte rovnicu zachovania náboja:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{J} = 0. \quad (2)$$

Úloha 5

Dokážte, že

$$\vec{\nabla} \vec{B} = \text{constant}. \quad (3)$$