

44) Диэлектрическая проницаемость холодной плазмы. Проникновение электромагнитных волн в плазму

$m_i \approx m_e \cdot 10^4 \Rightarrow$ в поле внешней электромагнитной волны движутся главным образом электроны ион. можно считать подвижными

$v \ll c \Rightarrow$ можно пренебречь силой Лоренца, возникающей со стороны магнитного поля волны

$$\vec{E} = E_0 \cos \omega t$$

$$\vec{E} \rightarrow x \quad m \ddot{x} = eE = eE_0 \cos \omega t$$

$$\downarrow$$

$$x = -\frac{eE_0}{m\omega^2} \cos \omega t = -\frac{eE}{m\omega^2}$$

смещение, индуцированное э/м волной, приводит к появлению эффективного дипольного момента электрона (электроны ~ связанные заряды в диэлектрике) т.к. не перемещаются на большие расстояния

$$p = ex = -\frac{e^2 E}{m\omega^2}$$

$$\vec{p} = -\frac{e^2}{m\omega^2} \vec{E}$$

$$\vec{P} = N\vec{p} = -\frac{Ne^2}{m\omega^2} \vec{E} = \alpha \vec{E}, \text{ где } N - \text{число электронов на ед. объёма плазмы}$$

$$[\vec{D} = \vec{E} + 4\pi\vec{P} = \epsilon \vec{E}]$$

$$\epsilon = 1 + 4\pi\alpha = 1 - \frac{4\pi Ne^2}{m\omega^2}$$

$$[\omega_p = \sqrt{\frac{4\pi Ne^2}{m}} \leftarrow \text{см. 43}]$$

$$\epsilon = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}$$

плоская волна: $E = E_0 e^{ikx - i\omega t}$

$$k = \frac{\omega}{c} \sqrt{\epsilon} \Rightarrow k^2 = \frac{\omega^2}{c^2} \epsilon(\omega) = \frac{\omega^2}{c^2} \left(1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}\right) \Rightarrow \omega^2 = \omega_p^2 + c^2 k^2$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi c}{\sqrt{\omega^2 - \omega_p^2}}$$

$\omega < \omega_p$:

$$k^2 = \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2} < 0$$

$$k = i\beta$$

$E = E_0 e^{-\beta x - i\omega t}$ - волна **затухает** по мере углубления в плазму - **отражение** максим. образом, в плазме могут **распространяться** только волны с частотой $\omega > \omega_p$

