

6.15

дано

$$f = 10^8 \text{ Гц}$$

$$n = 0.9$$

$$N_0 = ?$$

$$\left. \begin{aligned} \epsilon &= 1 - \frac{N_0 e^2}{\omega^2 m \epsilon_0} \\ \epsilon &= n^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{N_0 e^2}{\omega^2 m \epsilon_0} = 1 - n^2$$

$$N_0 = \frac{\omega^2 m \epsilon_0 (1 - n^2)}{e^2}, \text{ где } \omega = 2\pi f$$

$$N_0 = \frac{4\pi^2 f^2 m \epsilon_0 (1 - n^2)}{e^2}$$

$$N_0 = \frac{4 \cdot (3.14)^2 \cdot (10^8)^2 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \cdot (1 - 0.9^2) \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}}{(1.6 \cdot 10^{-19})^2} =$$

$$= 2.4 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-3}$$

Зависимость линейной оптической восприимчивости

χ среды от частоты ω имеет вид:

$$\chi(\omega) = \epsilon(\omega) - 1 = \frac{\omega_p^2}{\omega_0^2 - \omega^2 - 2i\Gamma\omega} \quad (1)$$

ω_0 - собственная частота

Γ - коэффициент затухания колебаний осциллятора.

$$\omega_p^2 = \frac{Ne^2}{\epsilon_0 m} \quad \text{— плазменная частота}$$

N — концентрация осциллятора

e и m — заряд и масса осциллятора.

$$\omega_p = \sqrt{\frac{2.4 \cdot 10^{13} \cdot (1.6 \cdot 10^{-19})^2}{8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 9.11 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{7.6 \cdot 10^{16}} = 2.75 \cdot 10^8 \text{ Гц}$$

Поскольку в нососфере нет возвращающей силы и затухание мало, положим

в формулу (1) $\omega_0 = 0$, $\Gamma \approx 0$

Тогда закон дисперсии запишется

в виде: $\epsilon(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}$

Фазовая скорость:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{0.9} = 3.33 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Групповая скорость:

$$v \cdot v_g = c^2$$

$$v_g = \frac{c^2}{v} = \frac{(3 \cdot 10^8)^2}{3.33 \cdot 10^8} = 2.7 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

