

## 2002 年プラズマ工学試験問題

2002 年 7 月 25 日

以下の問題で、必要ならば、光の速度  $c = 3.0 \times 10^8$  m/s, 真空の透磁率  $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ , プラズマ周波数 ( $f_p$ ) が,  $9000\sqrt{n}$  ( $n$  は,  $\text{cm}^{-3}$  単位), 電子の質量  $m = 9.1 \times 10^{-27}$  kg, 電子の電荷  $e = -1.6 \times 10^{-19}$  C となることを使っても良い.

解答を書くときに、その過程も書き、どのように考えたか説明を書け。答えだけ、または式だけの解答は 0 点とする。

1. プラズマ密度  $n = 10^{16} \text{cm}^{-3} = 10^{22} \text{m}^{-3}$  のプラズマ中を位相速度  $v_p = c$  (光速) で電子プラズマ波が伝搬してる。プラズマの温度を  $T_e = 0$  として、以下の問いに答えよ。[25 点]
  - (a) プラズマ (角) 周波数  $\omega_p$  を計算し、このプラズマ波の分散関係のグラフを描け。
  - (b) このプラズマ波の波長を計算せよ。
  - (c) プラズマ波の振幅が  $\delta n = 10^{15} \text{cm}^{-3} = 10^{21} \text{m}^{-3}$  であるとする。プラズマ波によって発生する電場の最大値を計算せよ。
2. 周波数  $f = 3$  GHz の電磁波が、密度  $\frac{8}{81} \times 10^{12} \text{cm}^{-3}$  のプラズマ中を伝搬している。プラズマ中を伝搬する電磁波の分散関係は、

$$\omega^2 = \omega_p^2 + c^2 k^2$$

で与えられている。以下の問いに答えよ。[25 点]

- (a) この電磁波の真空中での波長はいくらか。
  - (b) プラズマ中を伝搬しているとき、電磁波の波長を与える式を上分散関係から導き、プラズマ周波数  $f_p$ 、電磁波の周波数  $f$  と光速  $c$  を用いて表せ。
  - (c) 上のプラズマ密度の中を伝搬するとき、この電磁波の波長はいくらか。
  - (d) 波長が無大になるプラズマ密度は、いくらか計算せよ。
  - (e) 位相速度  $v_p$  と群速度  $v_g$  を与える式を分散関係から導け。
  - (f) この電磁波が上のプラズマ密度中を伝搬するとき、位相速度  $v_p$ 、群速度  $v_g$  を計算せよ。
3. 以下の用語から一つ選んで、どのような物理現象か**荷電粒子の運動を考え、自分のことばで平易に**説明せよ。その際、物理的にどのような現象かを説明できていれば、式を全く使わなくても良い。逆に、現象を説明せずに、式だけを書いてあっても 0 点とする。[50 点]

**デバイ遮蔽、ポンデロモーティブ力、 $E \times B$  ドリフト、電子プラズマ波**