

## 2004年プラズマ工学試験問題

2004年7月29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  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ , 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  $m = 9.1 \times 10^{-31}$  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。問題文に使われている記号の意味は、授業中に使ったものと同様である。

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. 密度  $n$  のプラズマ中を伝搬する電磁波 (角周波数  $\omega$ ) に関して以下の問いに答えよ。[40点]

(a) 周期的に変化する電場  $E = Ee^{-i\omega t}$  による電子電流密度  $J$  は、

$$J = -i \frac{ne^2}{m\omega} E$$

と書くことができる。この式を電子に関する運動方程式から導け。

(b) 上の電子電流の式に虚数  $i$  が入っていることは何を意味しているのか説明せよ。

(c) 周波数  $f = 1$  GHz の電磁波の真空中での波長は、いくらか。

(d) この電磁波 ( $f = 1$  GHz) がプラズマ中を伝搬している。波長が真空中での値の倍になるのは、プラズマ密度がいくらのときか。

(e) この電磁波 ( $f = 1$  GHz) が伝搬できるプラズマ密度の範囲を求めよ。

2. 電子プラズマ波について以下の問いに答えよ。[40点]

(a) 電子プラズマ波とは、どのような波か説明せよ。

(b) プラズマ密度が  $n = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ , 温度が  $T_e = 0$  と近似できるプラズマを考える。プラズマ波の位相速度が  $c$  (光速) であると、プラズマ波の波長はいくらか。

(c) 上のプラズマで、プラズマ波の振幅が  $10^{15} \text{ cm}^{-3}$  のとき、最大電場は、いくらか。最大電場を与える式をポアソン方程式から導いて、計算せよ。

3. 2004年度の授業中の「プラズマ周波数」、「プラズマ波」、「位相速度と群速度」、「プラズマ中の電磁波の伝搬」の講義に関して、以下の (a) または、(b) に答えよ。(a),(b) いずれも答えることができない場合は、(c) を選択せよ。いづれの解答も、解答用紙 10 行以上で正確な日本語で書くこと。[20点]

(a) 説明の分かりやすかったところを具体的に指摘せよ。

(b) 説明の分かりにくかったところを具体的に指摘せよ。

(c) 以下の項目から一つ選択し、その用語について詳細な説明を与えよ。

「プラズマ周波数」、「位相速度と群速度」、「プラズマ中の電磁波の伝搬」、「ポンデロモーティブ力」、「ドリフト運動」、「デバイ遮蔽」