平成 23 年 2 月 10 日

プラズマ基礎　試験問題

【I】以下の設問は、分かりやすく説明する立場に立ってあらゆる手段を使って丁寧に答えること。

1. 対流微分（以下の式）の意味を説明しなさい。

$$\frac{d\vec{G}}{dt} = \frac{\partial \vec{G}}{\partial t} + (\vec{u}\cdot\nabla)\vec{G}$$

2. 誘導ラマン散乱を説明しなさい。

3. 位相速度と群速度を説明しなさい。
4. Debye(デバイ)遮蔽を説明しなさい。

【II】粒子の E xB ドリフト運動を求める。$\vec{E}$ を x-z 平面に取り E_y =0 とする。

電界と磁界が存在する場合、粒子の運動は、

$$m\frac{d\vec{v}}{dt} = q(\vec{E} + \vec{v}\mathrm{x}\vec{B})$$

となりこの Z 成分は、

$$\frac{dv_z}{dt} = \frac{q}{m}E_z$$

$$v_z = \boxed{\qquad\qquad\qquad}$$

となる。

X方向、Y方向への加速は、

$$\frac{dv_x}{dt} = \boxed{}$$

$$\frac{dv_y}{dt} = 0 \mp \omega_c v_x$$

を得てさらに微分することで、

$$\ddot{v}_x = \boxed{}$$

$$\ddot{v}_y = -\omega_c^2\left(\frac{E_x}{B} + v_y\right)$$

を得る。この解は、それぞれ

$$v_x = \boxed{}$$

$$v_y = \boxed{}$$

となり、Larmor運動に、-Y方向へのドリフトが加わる事が分かる。

ただし、サイクロトロン周波数は、

$$\omega_c = \frac{|q|B}{m}$$

とする。

【III】電磁波のプラズマ中での分散式を以下に示す。これを使ってプラズマ中の電磁波の伝搬を自由に記述・説明せよ。

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

ただし、プラズマ周波数は、

$$\omega_p^2 = \frac{4\pi n_e^2}{m}$$

とする。

$v_y = \pm \frac{1}{\omega_c} \dot{v}_x$

$= \pm \frac{v_\perp}{\omega_c}$