

問題 15 宇宙空間物理学 (125 点)

後の A. B. C. の文章を読み、以下の問い (問 1 ~ 問 4) に答えよ。

問 1 (①) ~ (⑤) に適当な語句を入れよ。

問 2 [1] ~ [9] に当てはまる数式を書け。

問 3 イオンと電子の軌跡を描き、図 3 と図 5 を完成させよ。

問 4 B. および C. の文章と最も関連のある事項は、それぞれ次のどれか。

太陽風加速、磁気圏対流、地磁気脈動
環電流、沿磁力線電流、ホール電流

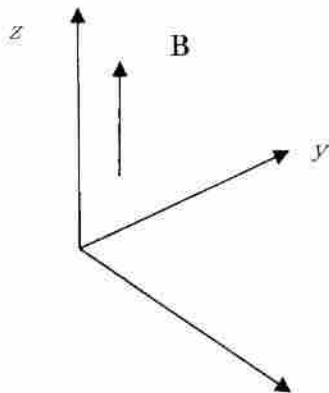


図 1

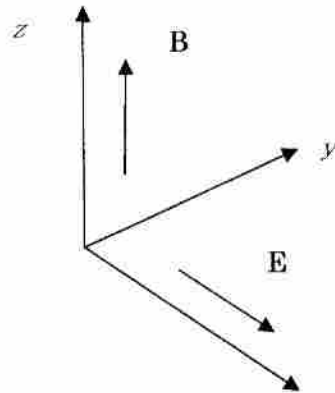


図 2

A. 図 1 のような座標系で、 z 軸方向に一樣な磁束密度 B が存在する時、電荷 q (イオンは $+e$ 、電子は $-e$)、質量 m の荷電粒子の速度 $v=(v_x, v_y, v_z)$ に対する運動方程式は、

$$m \frac{d}{dt} v_x = q(v_y \cdot B) \quad (1), \quad m \frac{d}{dt} v_y = q(-v_x \cdot B) \quad (2), \quad m \frac{d}{dt} v_z = 0 \quad (3)$$

となる。(3) 式から z 方向は (①) 運動となることが分かる。また v_x は

$$\frac{d^2}{dt^2} v_x = -[1] v_x \quad (4), \quad \text{より} \quad v_x = A \sin(\omega t + \theta_0), \quad \omega = [2] \quad (5)$$

となり、 v_y は

$$v_y = \frac{1}{B} \left(\frac{m}{q} \frac{d}{dt} v_x \right) = A \cos(\omega t + \theta_0) \quad (6)$$

となるので、これは (②) 運動を表す。ここで A, θ_0 は任意定数、 ω は (②) 角周波数である。粒子の $x-y$ 面での速度を v_{\perp} とすると、(②) 半径 r は

$$r = \frac{[3]}{|q|B} \quad (7)$$

となる。

B. 次に図 2 のように z 方向の磁束密度 B に加え、 x 方向に一樣な電場 E が存在する時は運動方程式は

$$m \frac{d}{dt} v_x = [4] \quad (8), \quad m \frac{d}{dt} v_y = q(-v_x \cdot B) \quad (9), \quad m \frac{d}{dt} v_z = 0 \quad (10)$$

(次ページに続く)