

所別：太空科學研究所碩士班 一般生 科目：太空物理

1. (10%)

假設有一個磁偶極(magnetic dipole)位在原點。請推導此磁偶極所產生之磁場的磁場線方程式。

2. (20%) (如果計算結果包含：開根號、對數、指數、三角函數、或反三角函數，請用這些函數作答。不必計算出數值解。)

假設靠近地球的地球磁場接近一個完美的磁偶極場，並且假設此環境中的電場為零。若有一個電子在磁赤道上空，距離距離地心六個地球半徑處，其速度向量與當地磁場的銳角夾角為 α ，即 $0 < \alpha < \pi/2$ ，其中 α 又稱作該電子在磁赤道面上的投擲角(pitch angle)。若此電子在磁緯度南、北緯 45° 處被磁力反彈回來，進行南北彈跳運動(bounce motion, also called mirror motion)。(a) 請計算此電子在反彈回來時，距離地心的距離。(b) 請估算，該電子在磁赤道面上的 pitch angle α 的大小。

3. (30%)

(a) 請繪出寧靜期 (quiet-time) 地球磁層以及它附近的區域的子午面磁場結構與電漿分布情形。請在圖上標出以下區域的位置，並請一一說明，各區域的電漿或場的特性。(1) plasmasphere, (2) Plasmopause, (3) plasmashet, (4) plasmashet boundary layer (PSBL), (5) north lobe and south lobe, (6) cusp (or cleft), (7) magnetopause, (8) magnetosheath, (9) bow shock, and (10) ionosphere.

(b) 請設法繪出寧靜期地球磁層以及它附近的區域的磁場結構與各種電流系統的分布情形。請在圖上標明這些電流的流向，並簡單說明，產生這些電流系統的電漿物理機制，以及這些電流系統對磁層結構或地球表面磁場強度所可能造成的影響。

4. (25%)

(a) 請寫出理想磁流體 (ideal MHD plasma) 的歐姆定律。(5%)

(b) 請證明在理想磁流體的假設下，磁場線通量是凍結在磁流體的電漿中。也就是請證明: The magnetic flux is frozen in the MHD plasma. (20%)

注意：背面有試題

所別：太空科學研究所碩士班 一般生 科目：太空物理

5. (15%)

考慮帶電粒子在一個均勻的電場 $\mathbf{E} = \hat{y}10 \text{ (mV/m)}$ 以及均勻的磁場 $\mathbf{B} = \hat{z}20 \text{ (nT)}$ 中運動。假設帶電粒子的密度夠低，因此這些帶電粒子所產生的電場與磁場，可以忽略不計。請繪出 (sketch) 以下帶電粒子在 x - y 空間平面上的軌跡圖，以及在 v_x - v_y 速度平面上的軌跡圖。(圖上請標明座標軸，以及軌跡圖上曲線頂點或週期運動的參考座標值。已知電子質量 m_e ，帶電量 $-e$ ；質子質量 m_p ，帶電量 e)

- (a) 若有一個質子以速度 $\mathbf{v} = \hat{x}1000 \text{ (km/s)}$ 通過原點 ($x = y = z = 0$)。
- (b) 若有一個質子以速度 $\mathbf{v} = \hat{x}800 \text{ (km/s)}$ 通過原點。
- (c) 若有一個電子以速度 $\mathbf{v} = \hat{x}1600 \text{ (km/s)}$ 通過原點。