

國立中央大學101學年度碩士班考試入學試題卷

所別：太空科學研究所碩士班 不分組(一般生) 科目：太空物理學 共 2 頁 第 1 頁
太空科學研究所碩士班 不分組(在職生)

本科考試禁用計算器

*請在試卷答案卷(卡)內作答

1. (15 points)

請繪圖說明地球磁層結構以及其鄰近區域的太空電漿環境。

請分別繪出地球磁層結構的子午面與赤道面

圖中請標示GSM座標軸 (Geocentric Solar Magnetospheric Coordinate System)。

圖中請標示出以下區域位置：

太陽風 solar wind、

船震波 bow shock、

磁鞘 magnetosheath、

磁層頂 magnetopause、

電漿球層 plasmasphere、

電漿片 plasma sheet、

電漿球層頂 plasmopause、

電漿片邊界層 plasma sheet boundary layer、

電漿蓬 plasma mantle (也稱為 高緯邊界層 high latitude boundary layer)、

磁尾腔 tail lobes、

極尖區 cusp、

內、外范艾倫輻射帶 inner and outer Van Allen Radiation Belts

低緯邊界層 low latitude boundary layer

電離層 ionosphere

圖中請標示出以下電流發生位置以及電流的流向：

日側磁層頂電流 dayside magnetopause current

夜側磁層頂電流 nightside magnetopause current

跨磁尾電流 cross tail current

環型電流 ring current

不完整的環型電流 partial ring current

2. 簡答題 (每小題2.5分 total 25 points)

為了說明地球磁層由磁偶極場結構變形成為一個有頭有尾的磁層結構，我們需要了解磁層中電流、電場、以及電漿密度的分布。

(2.1) 請概述“所有”可能造成磁層中 down-to-dusk 電場的物理機制。

(2.2) 請說明 地球磁尾電漿片 (plasma sheet) 的形成機制。

(2.3) 請分別說明 日側磁層頂電流與夜側磁層頂電流 的形成機制。

(2.4) 請說明 跨磁尾磁電流(cross tail current)的“所有”可能形成機制。

(2.5) 請說明 ring current 的形成機制。

(2.6) 請說明 partial ring current 的形成機制。

(2.7) 請說明 地球電漿球層 plasmasphere 的形成機制。

(2.8) 請說明 極尖區 cusp 的形成機制。

(2.9) 請說明 船震波 bow shock 的形成機制。

(2.10) 請說明 內、外范艾倫輻射帶 inner and outer Van Allen Radiation Belts 的形成原因。

3. (10 points) 解答時請說明各變數所代表的物理量

(3.1) 請寫出磁矩的定義。(2 points)

(3.2) 請簡述在哪些情況下，帶電粒子的磁矩(magnetic momentum)不守恆。請指出磁層中哪些區域，正離子的磁矩通常不守恆。(3 points)

(3.3) 請寫出 Maxwell equations方程式。(2 points)

(3.4) 請寫出理想磁流體 (magnetohydrodynamics) 方程式。(3 points)

注意：背面有試題

國立中央大學101學年度碩士班考試入學試題卷

所別：太空科學研究所碩士班 不分組(一般生) 科目：太空物理學 共 2 頁 第 2 頁
太空科學研究所碩士班 不分組(在職生)

本科考試禁用計算器

*請在試卷答案卷(卡)內作答

4. (20 points) What are the main chemical reactions (including production and loss) of terrestrial ionospheric plasma (electrons and positive ions) in the E and F (F1 and F2) region, respectively? Based on the main chemical reactions, please explain why the nighttime plasma disappears in the E-region but can sustain in the F-region. It is assumed no solar radiation at night.

5. (15 points) Please derive the two electric field components (meridional E_{MI} and zonal E_{ZI}) mapped from the ionosphere to the magnetosphere in the equatorial plane in a dipole field as the following equations,

$$E_{MI} = 2L\sqrt{L - \frac{3}{4}}E_{RM} \quad \text{and} \quad E_{ZI} = L^{\frac{3}{2}}E_{ZM},$$

where the L (or p) value is the distance from the center of the earth to the equatorial crossing point measured in earth radii (R_E), E_{RM} is the radial magnetospheric component at the equatorial plane, and E_{ZM} is the zonal magnetospheric component there. It is noted that

$$\nabla f = \frac{R_E^2 \sqrt{1+3\cos^2\theta}}{r^3} \frac{\partial f}{\partial q} \hat{q} + \frac{\sqrt{1+3\cos^2\theta}}{R_E \sin^3\theta} \frac{\partial f}{\partial p} \hat{p} + \frac{1}{r \sin\theta} \frac{\partial f}{\partial \phi} \hat{\phi} \quad \text{and} \quad r = pR_E \sin^2\theta.$$

6. (15 points) Derive the dispersion relation (or phase refractive index) of radio wave propagating in a collision-less non-magnetized plasma. You shall start the derivation from Maxwell's equations and equation of motion for electrons.

注意：背面有試題