

類 科：電子工程、電信工程

科 目：電磁學

考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、如圖一所示，在兩片面積分別為 A 之金屬板中間插入兩片介電質，厚度分別為 h_1 及 h_2 ，介電係數分別為 ϵ_1 及 ϵ_2 。兩片金屬板分別接到一直流電壓源之兩端，電壓源之電壓為 V_0 ，導致兩片介電質內之電場分別為 E_1 及 E_2 。(每小題 5 分，共 25 分)

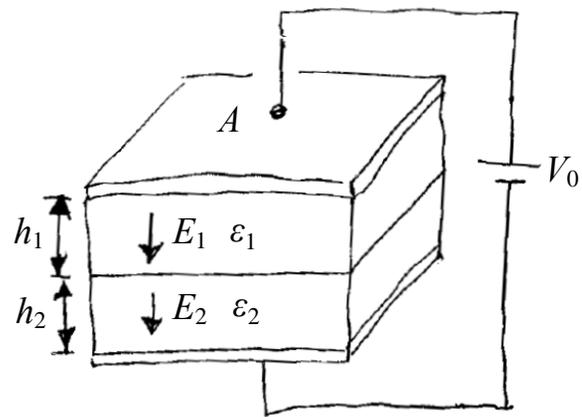
(一)列出兩片介電質交界處之電場邊界條件。

(二)兩片金屬板之間的電場線積分應與外接電壓源之電壓相等，據此列出 E_1 及 E_2 與 V_0 之關係式。

(三)根據前述(一)、(二)題之關係式求解 E_1 及 E_2 。

(四)求解上端金屬板內側之電荷密度。

(五)求解兩片金屬板間之電容表示式。



圖一

二、如圖二所示，將一金屬線纏繞在一個半徑為 a 之磁性圓柱體表面，形成一個 N 圈螺線圈，線圈高度為 h ，相鄰金屬線圈之間互相絕緣且不留縫隙。將該螺線圈之兩端點分別接到一直流電流源之兩端，電流源之電流為 I_0 。磁性圓柱之導磁係數為 $\mu_r \mu_0$ 。

(每小題 5 分，共 25 分)

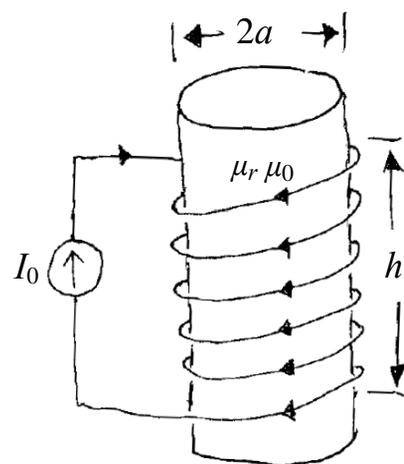
(一)若將螺線圈視為一無厚度之等效金屬圓筒，該圓筒上之電流密度為何？

(二)列出圓筒內側電流密度與磁場之邊界條件。

(三)解釋為何圓筒內部之磁場可視為一常數。

(四)求解流經圓筒內之總磁通量。

(五)求解該螺線圈之電感。



圖二

(請接背面)

類 科：電子工程、電信工程
科 目：電磁學

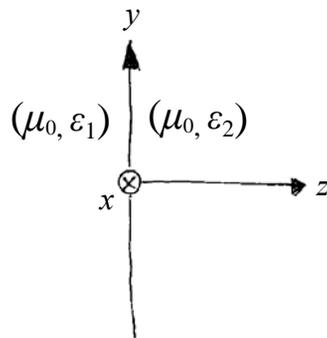
三、如圖三所示，一平面諧波，角頻率為 ω ，自左側介質 (μ_0, ϵ_1) 垂直入射至右側介質 (μ_0, ϵ_2) 。該入射平面諧波之電場 \bar{E}_{in} 、反射平面諧波之電場 \bar{E}_{re} 及穿透平面諧波之電場 \bar{E}_{tr} 可分別表示為 $\bar{E}_{in} = \hat{y}E_0 e^{j(\omega t - k_1 z)}$ 、 $\bar{E}_{re} = \hat{y}RE_0 e^{j(\omega t + k_1 z)}$ 及 $\bar{E}_{tr} = \hat{y}TE_0 e^{j(\omega t - k_2 z)}$ ，其中 R 及 T 分別為反射係數及穿透係數。

(一)根據 Ampere's law： $\nabla \times \bar{H} = j\omega\epsilon\bar{E}$ 及 Faraday's law： $\nabla \times \bar{E} = -j\omega\mu\bar{H}$ ，分別推導 k_1 與 (μ_0, ϵ_1) 的關係式及 k_2 與 (μ_0, ϵ_2) 的關係式。(6分)

(二)根據 Faraday's law： $\nabla \times \bar{E} = -j\omega\mu\bar{H}$ ，分別推導入射平面諧波之磁場 \bar{H}_{in} 、反射平面諧波之磁場 \bar{H}_{re} 及穿透平面諧波之磁場 \bar{H}_{tr} 的表達式。(9分)

(三)列出在兩介質交界處之電場及磁場的邊界連續條件。(6分)

(四)求解上述邊界條件，得出 R 及 T 的表達式。(4分)



圖三

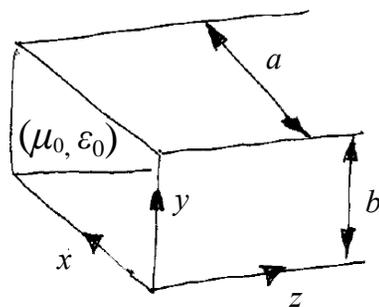
四、如圖四所示，為一由理想導體製成之矩形導波管，內部為真空，介電係數為 ϵ_0 、導磁係數為 μ_0 。假設導波管內部的磁場 z 分量為 $H_z = H_0 f(x)g(y)e^{-jk_z z}$ ，並滿足波動方程式 $(\nabla^2 + k_0^2)H_z = 0$ ，其中 $k_0^2 = \omega^2 \mu_0 \epsilon_0$ ， k_z 為電磁波在導波管內沿著 z 方向傳播的波數。電場的 x 分量及 y 分量可表示為 $E_x = \frac{-j\omega\mu_0}{k_0^2 - k_z^2} \frac{\partial H_z}{\partial y}$ 及 $E_y = \frac{j\omega\mu_0}{k_0^2 - k_z^2} \frac{\partial H_z}{\partial x}$ 。

(一)推出 E_x 及 E_y 的表達式，內含 $f(x)$ 及 $g(y)$ 。(6分)

(二)列出在四片理想導體表面，電場分量須滿足的邊界條件。(4分)

(三)求解 $f(x)$ 及 $g(y)$ 的外顯表達式，並註明可能存在的模式。(10分)

(四)列出可能存在模式的 k_z 外顯表達式，並註明各該模式可以沿著 z 方向傳播的頻率範圍。(5分)



圖四