

115年公務人員特種考試關務人員、身心障礙人員考試及
115年國軍上校以上軍官轉任公務人員考試試題

考試別：身心障礙人員考試

等別：三等考試

類科：電子工程

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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、一無限長實心圓柱導體，半徑為 b ，載有均勻分布的總直流電流 I_0 （電流方向為 $+z$ 軸）。

(一)求導體內部 ($r < b$) 的磁場 B 。（12 分）

(二)求導體外部 ($r > b$) 的磁場 B 。（13 分）

提示：使用安培定律 $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\text{end}}$ 。均勻電流密度為 $J = \frac{I_0}{\pi b^2}$ 。

二、考慮一個平行板電容器，極板面積為 A ，板距為 d （極板位於 $x = 0$ 與 $x = d$ ）。兩極板間填充了非均勻介電質，其介電常數隨 x 線性變化： $\epsilon(x) = 2\epsilon_0(1 + \frac{2x}{d})$ 。若兩極板間加上直流電壓 V_0 （ $x = 0$ 處為 0 V ， $x = d$ 處為 V_0 ）。

(一)證明極板間的電通量密度 D 為均勻常數，並推導電場 $E(x)$ 的表達式（以未知常數 D_x 表示）。（10 分）

(二)利用電位差與電場的關係，解出 D_x 與 V_0 的關係式。（10 分）

(三)推導此漸變介電質電容器的總電容 C 。（5 分）

提示：極板間無自由電荷，故 $\nabla \cdot \mathbf{D} = 0$ ，表示 D_x 為常數，利用 $V_0 = -\int_0^d E_x dx$

求解 D_x 。積分公式 $\int \frac{1}{a+bx} dx = \frac{1}{b} \ln|a+bx|$ 。

三、在自由空間 (μ_0, ϵ_0) 中，有一均勻平面波的電場給定為：

$$E(y, t) = 120\pi \cos(3 \times 10^8 t - \beta y) \hat{z} \text{ (V / m)}$$

- (一) 求相位常數 β 與波的傳播速度。(10 分)
- (二) 寫出伴隨的磁場 $H(y, t)$ 。(10 分)
- (三) 計算此波的平均波印廷向量 (Average Poynting Vector) S_{avg} 。(5 分)

提示：自由空間本質阻抗 (intrinsic impedance) $\eta_0 \approx 120 \pi \Omega$ 。 $H = \frac{1}{\eta_0} \hat{k} \times E$ 。

四、一直流電壓源 $V_g = 24 \text{ V}$ ，串聯內部電阻 $R_g = 25 \Omega$ ，透過開關連接到一條特性阻抗 $Z_0 = 75 \Omega$ 的無耗損傳輸線上。傳輸線單向傳播延遲為 $T = 1 \mu\text{s}$ ，終端負載為 $R_L = 25 \Omega$ 。開關於 $t = 0 \text{ s}$ 瞬間閉合。

- (一) 計算負載端與電源端的反射係數 Γ_L 與 Γ_g 。(8 分)
- (二) 求 $t = 0 \text{ s}$ 瞬間注入傳輸線的初始電壓波 V_1^+ 的大小。(7 分)
- (三) 畫出或詳細推導出在傳輸線中點 ($z = L/2$)，時間 $t = 2.5 \mu\text{s}$ 時的電壓值 $V(L/2, 2.5T)$ 。(10 分)

提示：分壓定理求 V_1^+ 。利用彈跳圖 (Bounce Diagram) 追蹤電壓波。 $t = 0 \text{ s}$ 波出發， $0.5T$ 到達中點， $1T$ 到達負載並反射， $1.5T$ 反射波到達中點， $2T$ 到達電源……。