

112年專門職業及技術人員高等考試建築師、
25類科技師（含第二次食品技師）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：電子工程技師
科 目：電磁學與電磁波
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、半徑為 R 的圓球之球心置於原點，其內外部電荷皆為零，僅 $r = R$ 有一薄層表面電荷，其密度 ρ_s (coul/m²) 為一常數。

(一)推導在 $r < R$ 處的電場表達式。(10 分)

(二)推導在 $r > R$ 處的電場表達式。(10 分)

二、半徑為 R 的無限長圓柱導線軸心沿 z 軸擺放，其外部電流為零，內部電流均勻分布，密度為 $\vec{J}(r) = \hat{z}J_0$ (amp/m²)， J_0 為一常數。

(一)推導在 $r < R$ 處的磁場表達式。(10 分)

(二)推導在 $r > R$ 處的磁場表達式。(10 分)

三、 xy 平面下方 ($z < 0$) 為真空，介電係數及導磁係數為 (ϵ_0, μ_0) 。 xy 平面上方 ($z > 0$) 為理想導體 ($\sigma \rightarrow \infty$)。一平面波自下方入射，其電場表達式為 $\vec{E}^i = \hat{y}E_0 e^{-jk_x x - jk_z z}$ 。

(一)推導反射波的電場表達式。(5 分)

(二)推導入射波及反射波的磁場表達式。(10 分)

(三)推導在 $z = 0$ 的表面電流分布。(5 分)

(四)推導在 $z < 0$ 的複數波印亭向量 (complex Poynting vector)。(10 分)

四、將電流矩量為 $\hat{z}I_0\ell$ 的赫茲偶極 (Hertzian dipole) 置於原點，其所產生的遠場分別為 $\bar{H}(\bar{r}) = \hat{\phi} \frac{jkI_0\ell}{4\pi r} e^{-jkr} \sin\theta$, $\bar{E}(\bar{r}) = \hat{\theta}\eta_0 \frac{jkI_0\ell}{4\pi r} e^{-jkr} \sin\theta$ ，其中 $\hat{z}$ 、 $\hat{\phi}$ 和 $\hat{\theta}$ 分別為 z 方向、 ϕ 方向和 θ 方向的單位向量， $\eta_0 = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0}$ 。

(一)推導複數波印亭 (Poynting) 向量 $\bar{P}$ 表達式。(5 分)

(二)計算總輻射功率的時間平均值 $\langle P_{rad} \rangle$ 。(10 分)

(三)計算 Hertzian dipole 的輻射電阻 R_{rad} 。(5 分)

(四)推導 Hertzian dipole 的輻射指向性 (directivity) $D(\theta, \phi)$ ，表示為 θ 與 ϕ 方向的函數。(5 分)

(五)計算輻射指向性的最大值 D_{max} 。(5 分)