

113 年特種考試地方政府公務人員考試試題

考試別：地方政府公務人員考試

等 別：三等考試

類 科：電子工程

科 目：電磁學

陳銘 老師

一、一線性極化之均勻平面電磁波 $E = \hat{a}_y E_0 e^{-\gamma z}$ 傳播於有損介質，其導磁係數、介電係數及導電係數分別為 μ, ϵ, σ 。

(一) 在何條件下，此一介質可視為低損耗介電材料 (Low-Loss Dielectrics)？(5 分)

(二) 若介質滿足低損耗介電材料 (Low-Loss Dielectrics) 的條件，試推導傳播常數 $\gamma = \alpha + j\beta$ ，並得出衰減常數 α 及相位常數 β 。(10 分)

(三) 試求出在低損耗介電材料內傳播的相速度 v_p 及本質阻抗 η_c 。(10 分)

1. 《考題難易》★★★★

2. 《破題關鍵》：瞭解低損耗介電材料之參數求法

【擬答】

$$(一) \frac{\sigma}{\omega\epsilon} \ll 1$$

$$(二) \epsilon_c = \epsilon - j\frac{\sigma}{\omega} = \epsilon \times \left(1 + \frac{\sigma}{j\omega\epsilon}\right)$$

$$\gamma = jk_c = j\omega\sqrt{\mu\epsilon_c} = \alpha + j\beta = j\omega\sqrt{\mu\epsilon}\left(1 + \frac{\sigma}{j\omega\epsilon}\right)^{1/2} = j\omega\sqrt{\mu\epsilon}\left(1 + \frac{\sigma}{j2\omega\epsilon} - \frac{1}{8}\left(\frac{\sigma}{j\omega\epsilon}\right)^2\right)$$

$$\therefore \alpha \approx \frac{\sigma}{2}\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}, \beta \approx \omega\sqrt{\mu\epsilon}\left[1 + \frac{1}{8}\left(\frac{\sigma}{\omega\epsilon}\right)^2\right]$$

$$(三) \text{本質阻抗 } \eta_c = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon_c}} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon \times \left(1 + \frac{\sigma}{j\omega\epsilon}\right)}} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \left(1 + \frac{\sigma}{j\omega\epsilon}\right)^{-1/2} \approx \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \left(1 + j\frac{\sigma}{2\omega\epsilon}\right)$$

$$\text{相速度 } v_p = \frac{\omega}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon_c}} = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}\left[1 + \frac{1}{8}\left(\frac{\sigma}{\omega\epsilon}\right)^2\right]} \approx \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}} \left[1 - \frac{1}{8}\left(\frac{\sigma}{\omega\epsilon}\right)^2\right]$$

二、有一均勻橫向平面電磁波，其磁場強度為 $\mathbf{H} = H_0 \hat{a}_y \cos(3\pi \times 10^9 t - 10\pi z)$ (A/m)，在一無窮大的介質內傳播，傳播介質的導磁係數為 μ_0 ，介質常數為 ϵ_r ，時間單位為秒，長度單位為 m，試問：

(一) 此均勻橫向平面電磁波之相速度。(5 分)

(二) 傳播方向的單位向量。(5 分)

(三) 傳播介質的介質常數 ϵ_r 。(5 分)

(四) 此均勻橫向平面電磁波之電場強度 \mathbf{E} 。(10 分)

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》：瞭解均勻橫向平面電磁波參數求法

【擬答】

$$(\text{一}) v_p = \frac{\omega}{k} = \frac{3\pi \times 10^9}{10\pi} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$(\text{二}) \hat{a}_n = \hat{z}$$

$$(\text{三}) k = \omega \sqrt{\mu_0 \mu_r \epsilon_0 \epsilon_r} \Rightarrow 10\pi = \frac{3\pi \times 10^9}{3 \times 10^8} \sqrt{\epsilon_r} \Rightarrow \epsilon_r = 1$$

$$(\text{四}) \vec{E}(z, t) = -\eta_0 \hat{a}_n \times \vec{H}(z, t) = -120\pi \hat{z} \times H_0 \hat{y} \cos(3\pi \times 10^9 t - 10\pi z) = \hat{x} 120\pi H_0 \cos(3\pi \times 10^9 t - 10\pi z)$$

三、將一個半徑為 a 的金屬球置於一個半徑為 b 的金屬球 ($b > a$) 內部，兩球的球心重疊。假設內金屬球的電位為 V_{ab} ，內金屬球上的總電荷為 Q ，外金屬球的電位為 0 ，兩金屬球之間填充介電係數為 ϵ 的介電質，試求此球形電容的表示式。(25 分)

1. 《考題難易》★★
2. 《破題關鍵》：利用電場積分得其電位後即可求出電容

【擬答】

$$V_{ab} = \int_a^b \frac{Q}{4\pi\epsilon R^2} dR = \frac{Q}{4\pi\epsilon} \times \left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right] \Rightarrow C = \frac{Q}{V_{ab}} = \frac{4\pi\epsilon}{\frac{1}{a} - \frac{1}{b}}$$

四、一有損雙導線傳輸線，其單位長度串聯電感為 L ，單位長度串聯電阻為 R ，單位長度並聯電容為 C ，單位長度並聯電導為 G ，電壓相量為 $V(z)$ 、電流相量為 $I(z)$ 。(每小題 5 分，共 25 分)

(一) 試繪出該傳輸線一小段 Δz 之等效電路圖。

(二) 應用克希荷夫 (Kirchhoff) 電壓定律及電流定律推導時間諧波 (Time harmonic) 傳輸線方程式。

(三) 推導電壓相量 $V(z)$ 及電流相量 $I(z)$ 各自滿足的波動方程式。

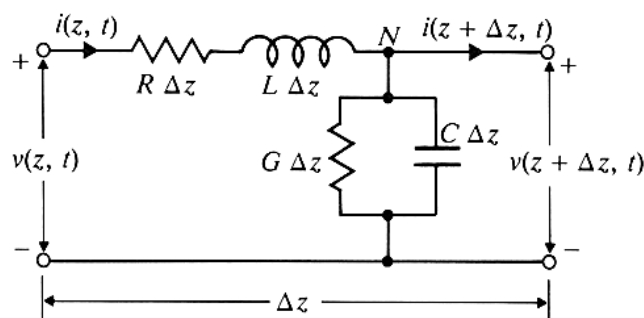
(四) 求解電壓相量 $V(z)$ 及電流相量 $I(z)$ 。

(五) 推導傳播常數 γ 及特徵阻抗 Z_0 與傳輸線分布式參數 (R, L, G, C) 的關係。

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》：瞭解傳輸線特性與求解

【擬答】

(一) 如圖所示



$$(\text{二}) \begin{cases} -\frac{v(z + \Delta z, t) - v(z, t)}{\Delta z} = Ri(z, t) + L \frac{\partial i(z, t)}{\partial t} \\ -\frac{i(z + \Delta z, t) - i(z, t)}{\Delta z} = Gv(z, t) + C \frac{\partial v(z, t)}{\partial t} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -\frac{\partial v}{\partial z} = Ri + L \frac{\partial i}{\partial t} \\ -\frac{\partial i}{\partial z} = Gv + C \frac{\partial v}{\partial t} \end{cases}$$

(三) 令 $v(z,t)=\text{Re}[V(z)e^{j\omega t}]$, $i(z,t)=\text{Re}[I(z)e^{j\omega t}]$

$$\begin{cases} -\frac{dV}{dz} = (R + j\omega L)I(z) \\ -\frac{dI}{dz} = (G + j\omega C)V(z) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{d^2V(z)}{dz^2} = (R + j\omega L)(G + j\omega C)V(z) = \gamma^2V(z) \\ \frac{d^2I(z)}{dz^2} = (R + j\omega L)(G + j\omega C)I(z) = \gamma^2I(z) \end{cases}$$

其中 $\gamma=\alpha+j\beta=\sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)} \Rightarrow V(z)=V_0^+e^{-\gamma z}+V_0^-e^{\gamma z}$, $I(z)=I_0^+e^{-\gamma z}+I_0^-e^{\gamma z}$

且 $e^{-\gamma z}$ 項代表朝 $+z$ 方向傳播的波，而 $e^{\gamma z}$ 項代表朝 $-z$ 方向傳播的波。

(四) 特性阻抗 $Z_0 = \frac{V_0^+}{I_0^+} = -\frac{V_0^-}{I_0^-} = \frac{R + j\omega L}{\gamma} = \frac{\gamma}{G + j\omega C} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$

傳播常數 $\gamma=\alpha+j\beta=\sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)}$

站上工科巔峰

電力工程
電子工程

機械工程
電信工程

112高普考&111地方特考 TOP10 強勢上榜

| 狀元 | 榜眼 | 探花 |
|----------------------------|---|---|
| 高考 電力工程 許○軒 高考 電子工程 郭○瑞 | 普考 電力工程 許○軒 地特三等(台北市) 電子工程 郭○瑞 地特四等(台北市) 電力工程 張○境 | 普考 電力工程 呂○勳 地特四等(台北市) 電子工程 楊○榮 地特四等(高雄市) 電子工程 何○宇 |

【全國第四】 普考 電力工程 林○彬

【全國第五】 普考 電力工程 莊○鈞

【台北市第五】 地特三等 電子工程 薛○文

【全國第六】 普考 電信工程 朱○萱

【全國第七】 普考 電子工程 王○延

【全國第八】 高考 電力工程 林○彬

【全國第八】 高考 電子工程 黃○源

【全國第八】 普考 電子工程 黃○軒

【全國第十】 高考 機械工程 徐○甫

優秀考取 菁英薈萃

高考 電力工程 孫○勝； 高考 電力工程 陳○文； 普考 電力工程 蔡○穎； 高考 電子工程 林○陞； 高考 機械工程 翁○駿； 普考 機械工程 翁○駿
 高考 電力工程 呂○勳； 高考 電力工程 汪○懷； 普考 電力工程 王○宏； 普考 電子工程 鄭○榮； 高考 機械工程 賴○儒； 普考 機械工程 徐○甫
 高考 電力工程 郭○謙； 高考 電力工程 蔡○穎； 普考 電力工程 賴○允； 普考 電子工程 蔡○恩； 高考 機械工程 張○傑； 普考 機械工程 陳○昇
 高考 電力工程 林○佑； 高考 電力工程 羅○璋； 普考 電力工程 蔡○翰； 普考 電子工程 林○仁； 普考 機械工程 余○緯； 普考 機械工程 高○倫
 高考 電力工程 許○騰； 普考 電力工程 郭○宗； 普考 電力工程 陳○萱； 普考 電子工程 郭○謙； 普考 機械工程 官○麟； 普考 機械工程 應○宏
 高考 電力工程 莊○鈞； 普考 電力工程 孫○勝； 高考 電子工程 蔡○典； 普考 電子工程 賴○憲； 普考 機械工程 廖○瑄； 普考 機械工程 黃○吉
 高考 電力工程 王○宏； 普考 電力工程 蔡○祐； 高考 電子工程 周○明； 普考 電子工程 林○陞； 普考 機械工程 陳○宏； 普考 機械工程 盧○方
 普考 電子工程 賴○儒； 普考 機械工程 張○傑

版面有限 無法一一刊登

志光 學儒 保成



雙榜學長的上榜訣竅



謝謝老師們這麼盡力的教導及輔助

高普雙榜 蔡○穎 112高普考電力工程

電子學老師上課淺顯易懂,也搭配題目練習加深我們對解題的理解,更幫我們分別說明解題申論跟選擇的方式。

電機機械這科目是我陌生的科目,不過老師的講解淺顯易懂,例如:電動機、發電機、感應電動機及變壓器,需要了解其等效電路圖以及其原理,才能駕輕就熟。

想了解更多訣竅?

歡迎至 志光.學儒.保成 全國門市洽詢

志光 學儒 保成

工科上榜養成規劃



法科架構班

結合實務例子
建構法科概念



扎實正規班

完整堂數
循序漸進



**獨家
進階課程**

圖解階段複習
解題技巧灌輸



工科全科班

公職+國營
一次到位



主題題庫班

主題教學
考點分析



精華總複習

掌握考點
增強實力



全真模擬考

比照真實考試
檢視應考實力



考前關懷講座

名師最終提點
觀念更加清晰



詳細課程內容,歡迎至志光學儒保成全國門市洽詢