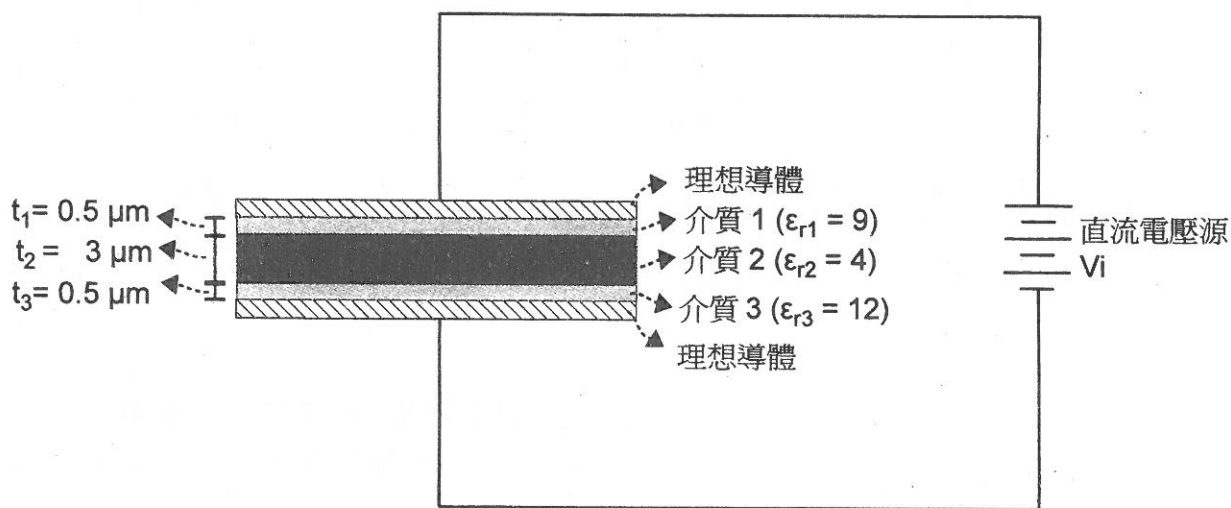


1. 有三個平面形的介質置於兩個理想導體中，形成一個電容的結構，其橫切面如圖一所示。本結構中介質的相對介電系數($\epsilon_{r1} \sim \epsilon_{r3}$)，以及厚度($t_1 \sim t_3$)標註在圖一。
 - a. 試計算在這兩個理想導體中的電容密度為多少 pF/mm^2 。(6%)
 (提示 1：電容密度即 1 mm^2 的面積之下，有多少 pF 的電容值)
 (提示 2：真空中介電常數 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$)。
 - b. 現在將一個直流電壓源 V_i 加在本電容結構中。假設介質 1~ 介質 3 能承受的最高電場強度皆為 (10^6 V/m) 。若超過這電場強度，則此介質就會損壞。假設逐漸增加 V_i ，請問哪個介質最先損壞。(6%)
 - c. 承上題，計算此電容結構最高能承受的電壓為多少伏特 (V)? (6%)



圖一、三個平面形介質置於兩個理想導體的橫切面

2. 請寫出 Maxwell 四大方程式 (16 %)

注意：* 用積分形式表示

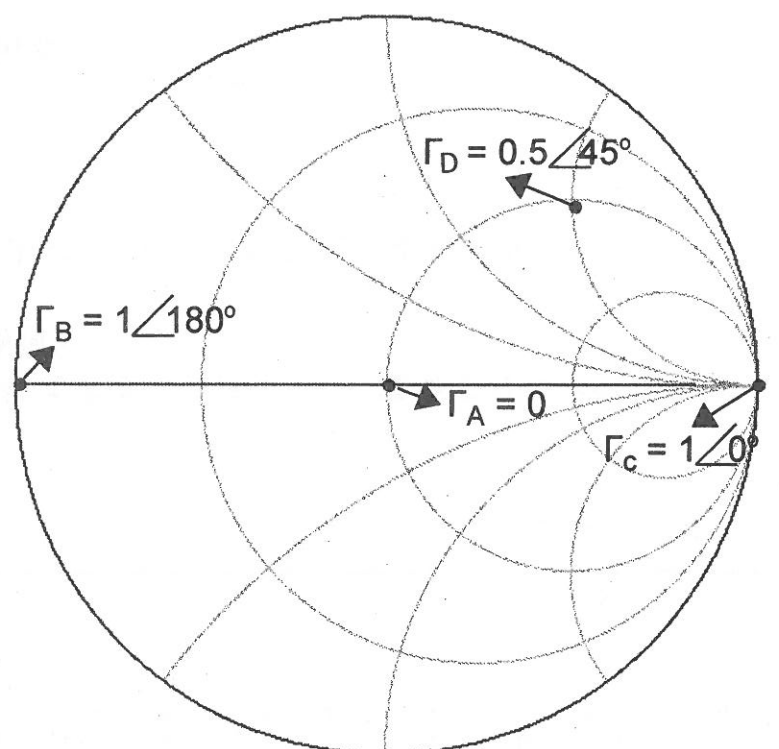
* 以時域方式來表示

* 使用下表規定的標示符號：

物理量	電場	磁場	電荷	Permittivity	Permeability
規定的標示符號	\vec{E}	\vec{H}	Q	ϵ	μ

3. 圖二中標示出四個位於 Smith Chart 上不同位置的反射系數，若本系統的特性阻抗 Z_0 為 50Ω 。請將這四個反射系數所對應的阻抗值計算出來。(16 %)

(注意：請以 $R + jX$ 的形式表示所計算出來的阻抗，且單位使用 Ω)



圖二、位於 Smith Chart 上不同位置的反射系數

4. (a)(5%) 試描繪外加電場作用在一獨立電中性導體後之電力線分佈情形。(電場方向自行假設)
 (b)(5%) 承(a)小題，此時感應電荷形成，其作用為何？

5. 試判斷下列兩個電場是否皆源自於電荷分佈(charge distribution)所形成，並分別證明之。

(a)(5%) $\vec{E}(\rho, \phi, z) = \hat{\phi} \frac{\rho}{\rho_0} E_0$;

(b)(5%) $\vec{E}(\rho, \phi, z) = \hat{\rho} \frac{a}{\rho^2} (1 + \cos \phi) + \hat{\phi} \frac{a}{\rho^2} \sin \phi$

6. (a)(5%) 向量場 $\vec{B}(r, \theta, \phi) = \hat{r} \frac{1}{r^2} \sin \phi \cos^2 \theta$ 是否代表一靜態磁通密度(static magnetic flux density)分佈，請說明之。

- (b)(5%) 對應於上述向量場 \vec{B} 的電流密度為何？

7. 頻率為 2.5GHz 之平面波由介質 1 ($\epsilon_{r1}=8, \mu_{r1}=2, \sigma_{r1}=0$) 垂直入射進入介質 2 ($\epsilon_{r2}=2, \mu_{r2}=2, \sigma_{r2}=0$)，

兩介質相接之介面為座標系統之原點($z=0$)，入射波之電場部份為 $\vec{E} = 250e^{-j\beta_1 z} \hat{x}$ 。試問：

- (a)(5%) 在介質 1 中之反射係數 $\Gamma(z)$ 。
 (b)(5%) 反射之電場波之振幅大小。
 (c)(5%) 穿透之磁場波之振幅大小。
 (d)(5%) 於位置 ($z=-2.25\text{cm}$) 處之阻抗大小。

參考算式

$$\nabla f = \hat{u}_1 \frac{\partial f}{h_1 \partial u_1} + \hat{u}_2 \frac{\partial f}{h_2 \partial u_2} + \hat{u}_3 \frac{\partial f}{h_3 \partial u_3} \quad \nabla \cdot \vec{A} = \frac{1}{h_1 h_2 h_3} \left[\frac{\partial}{\partial u_1} (h_2 h_3 A_1) + \frac{\partial}{\partial u_2} (h_3 h_1 A_2) + \frac{\partial}{\partial u_3} (h_1 h_2 A_3) \right]$$

$$\nabla^2 f = \frac{1}{h_1 h_2 h_3} \left[\frac{\partial}{\partial u_1} \left(\frac{h_2 h_3}{h_1} \frac{\partial f}{\partial u_1} \right) + \frac{\partial}{\partial u_2} \left(\frac{h_3 h_1}{h_2} \frac{\partial f}{\partial u_2} \right) + \frac{\partial}{\partial u_3} \left(\frac{h_1 h_2}{h_3} \frac{\partial f}{\partial u_3} \right) \right]$$

$$\nabla \times \vec{V} = \frac{1}{h_1 h_2 h_3} \begin{vmatrix} h_1 \hat{u}_1 & h_2 \hat{u}_2 & h_3 \hat{u}_3 \\ \frac{\partial}{\partial u_1} & \frac{\partial}{\partial u_2} & \frac{\partial}{\partial u_3} \\ h_1 V_1 & h_2 V_2 & h_3 V_3 \end{vmatrix}$$

		Rectangular	Cylindrical	Spherical
		$\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$	$\hat{\rho}, \hat{\phi}, \hat{z}$	$\hat{r}, \hat{\theta}, \hat{\phi}$
Metric Coefficients	h_1	1	1	1
	h_2	1	ρ	r
	h_3	1	1	$r \sin \theta$

	Lossless	Low loss	Good Conductor	Unit
$\alpha = \omega \sqrt{\frac{\mu \epsilon}{2}} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\epsilon''}{\epsilon'} \right)^2} - 1 \right]$	$\alpha = 0$	$\alpha = \frac{\sigma}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\alpha = \sqrt{\frac{\omega \mu \sigma}{2}}$	Np/m
$\beta = \omega \sqrt{\frac{\mu \epsilon}{2}} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\epsilon''}{\epsilon'} \right)^2} + 1 \right]$	$\beta = \omega \sqrt{\mu \epsilon}$	$\beta = \omega \sqrt{\mu \epsilon}$	$\beta = \sqrt{\frac{\omega \mu \sigma}{2}}$	rad/m
$\eta_c = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \frac{1}{\sqrt{1 - j \frac{\epsilon''}{\epsilon'}}$	$\eta_c = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\eta_c = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\eta_c = (1 + j) \frac{\alpha}{\sigma}$	Ω
$\mu_p = \frac{\omega}{\beta}$	$\mu_p = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}}$	$\mu_p = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}}$	$\mu_p = \sqrt{\frac{2\omega}{\mu \sigma}}$	m/s
$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{\mu_p}{f}$	$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{\mu_p}{f}$	$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{\mu_p}{f}$	$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{\mu_p}{f}$	m