

1. (10%) (a) 若 $f = x^3y^2z$ ，求 $\nabla^2 f$ 。

(b) 若 $\vec{F} = 2x^2\hat{x} + (3y^2 + z)\hat{y} + (z^3 - x)\hat{z}$ ，求 $\nabla \cdot \vec{F}$ 。

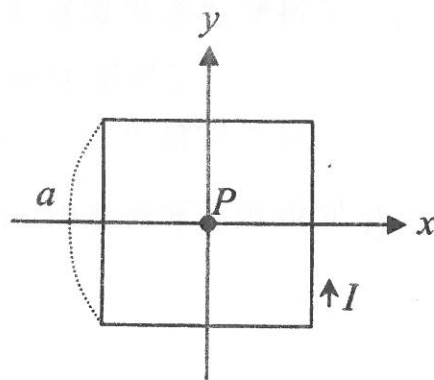
2. (10%) 通訊信號在介電質中傳播的電場特性為 $E(x,t) = 300e^{-0.05x} \cos(2 \times 10^{15}t - 10^7x)$ (V/m)

試求(a)波速，(b)距離波源 50m 的波幅大小。

3. (10%) 如何利用開路(open)、短路(short)或終端(termination)等方法來得到一條傳輸線的二個

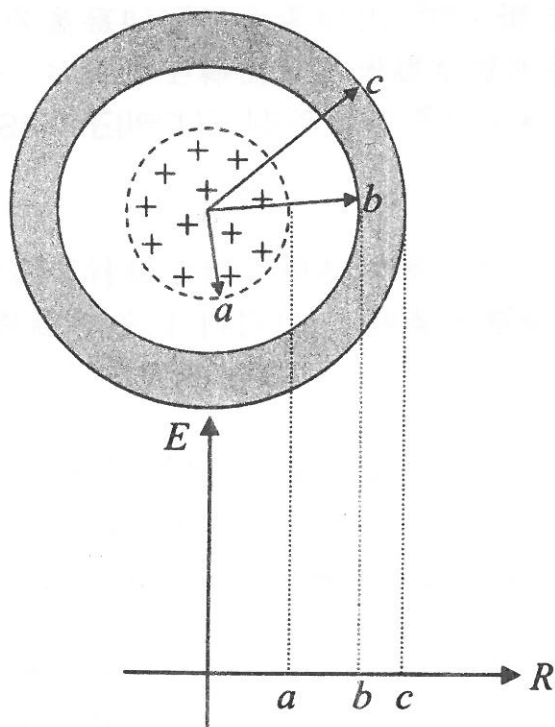
重要參數，即特性阻抗 Z_0 與電氣長度 βl ？

4. (10%) 邊長為 a 之正方形導線，其上有電流 I ，請計算 P 點的磁通密度。



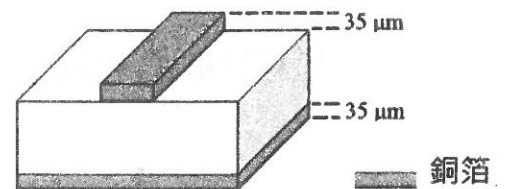
5. (10%) 一金屬球殼內半徑與外半徑分別為 b 和 c ，而當中有一半徑 a 且均勻分布的正電荷雲。

請大致繪製外球殼接地與不接地的電場與半徑距離的趨勢圖。



第 1 節

6. (a)(5%) 外加一電場作用在一懸空中空導體球，電場方向為由左至右，試問導體球內外電力線分佈情形為何？(繪圖作答)
 (b)(5%) 導體球之電荷分佈狀況為何？(繪圖作答)
7. (10%) 使用鑄鐵板隔離低頻磁場(1 kHz)時，如果衰減程度需達 30 dB 以上，則所需鑄鐵板厚度至少為何？(鑄鐵之材料參數：相對導磁率 $\mu_r = 200$ ，導電度 $\sigma = 1 \times 10^7$ S/m)
8. (a)(5%) 何謂集膚效應(Skin Effect)? 除文字描述外，對於高頻訊號沿微帶線(microstrip line)銅箔走線傳遞時，以橫截面繪圖表示高頻電流訊號之主要分佈區。
 (b)(5%) 印刷電路板 1 oz 製程的銅箔厚度約 35 μm ，微帶線結構於 200 MHz 頻率操作時，請計算其對應之集膚深度(Skin Depth)。
 (銅之材料參數：相對導磁率 $\mu_r = 1$ ，電阻率 $\rho = 1.7 \mu\Omega\cdot\text{cm}$)



9. 在真空環境中，如果已知一個電磁波其磁場為 $\vec{H} = \frac{12}{r} \cos(5 \times 10^9 t + kz) \hat{\phi}$ mA/m
- (a) (5%) 其頻率為何？(標示對應之單位)；
 (b) (5%) 對應之電場 \vec{E} 為何？
 (c) (5%) 對應之位移電流密度 \vec{J} 為何？
 (d) (5%) 相速度(phase velocity)為何？

參考算式及參數

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ (H/m), $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ (F/m)

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

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

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

		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
$\eta_c = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon'} \frac{1}{1 - j \frac{\epsilon''}{\epsilon'}}$	$\eta_c = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\eta_c = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\eta_c = (1 + j) \frac{\alpha}{\sigma}$	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