

等 別：三等考試
類 科：電子工程
科 目：電磁學
考試時間：2小時

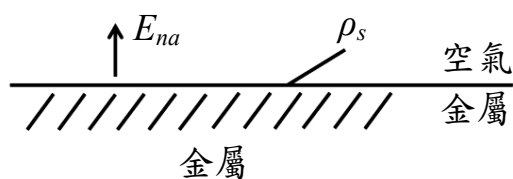
座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

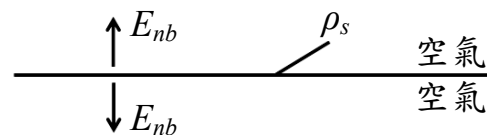
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、考慮兩種表面電荷分布產生的電場特性：

- (一)如下圖 A 的結構（金屬空氣交界面），存在一表面電荷分布，且密度為 ρ_s ，請推導其在上半平面（空氣側）的法線電場 E_{na} 。（8分）
- (二)如下圖 B 的結構，空氣中存在一表面電荷分布，且密度亦為 ρ_s ，請推導其在上半平面（空氣側）的法線電場 E_{nb} 。（8分）
- (三)當從上半平面空氣側往下看，將看到同為 ρ_s 的表面電荷分布，請從物理的角度說明 E_{na} 和 E_{nb} 相等或不相等的真正理由。（9分）



結構 A



結構 B

二、考慮電流和磁場的相關特性：

- (一)由奧斯特所做的穩定電流使磁針偏轉之實驗，得知電流會在其周圍產生磁場 \vec{B} ，再加上電荷守恆的特性 $\nabla \cdot \vec{J} = 0$ ，又基於向量分析的一些恆等特性，試證吾人可以推導出安培定律的數學形式 $\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J}$ ，其中 μ_0 為一比例因子。（9分）
- (二)由 $\nabla \cdot \vec{J} = 0$ 證明電路學的電流定律 KCL 必須成立（亦即，在任一電路節點處，所有流出的電流總和為零）。（8分）
- (三)請進一步說明電路學的電流定律 KCL 在何種情況會失效。（8分）

[Hint] : $\nabla \cdot (\phi A) = \nabla \phi \cdot A + \phi (\nabla \cdot A)$
 $\nabla \times (\phi A) = \nabla \phi \times A + \phi (\nabla \times A)$
 $\nabla \cdot (A \times B) = B \cdot (\nabla \times A) - A \cdot (\nabla \times B)$
 $\nabla \times (\nabla \phi) = 0$
 $\nabla \cdot (\nabla \times A) = 0$



(請接背面)

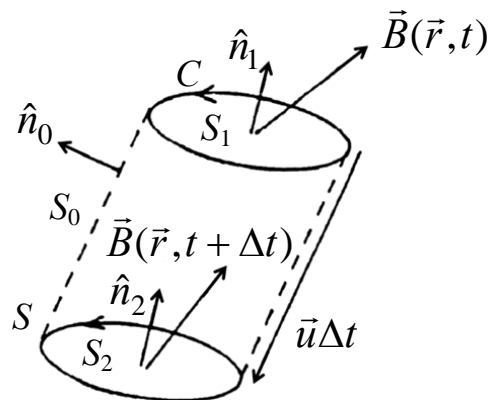
等 別：三等考試
類 科：電子工程
科 目：電磁學

三、右式為微分型式的法拉第定律 $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ ，但此公式僅適用在靜止的物體或座標系統。

(一)請對這個微分型式的公式進行必要的修正，使其適用於運動物體上。(18分)

(二)並解釋修正後公式中各項的物理意義。(7分)

NOTE：你必須考慮下述的運動系統（一個迴路 C 以速度 \vec{u} 運動的情況，在 t 時迴路在 S_1 處，在 $t + \Delta t$ 時迴路在 S_2 處），並由積分型式的法拉第定律開始，推衍你的修正推論過程。



\vec{u} = velocity of circuit C

Closed surface $S = S_0 + S_1 + S_2$

四、針對一條長 30 公分的同軸纜線，內外導體間的填充材料之相對介電係數 $\epsilon_r = 4$ 。

(一)請問一電磁信號在此一纜線中傳播時所經歷的時間延遲 t_d 為多少？(7分)

(二)對頻率為 10 MHz 的電磁信號，此一時間延遲的效應是否可以被忽略？請說明理由。(9分)

(三)對頻率為 1000 MHz 的電磁信號，此一時間延遲的效應是否可以被忽略？請說明理由。(9分)