

國立交通大學九十一學年度碩士班入學考試試題

科目名稱：電磁學(101)

考試日期：91 年 4 月 20 日 第 3 節

系所班別：光電工程研究所

第 / 頁, 共 2 頁

*作答前, 請先核對試題、答案卷(試卷)與准考證上之所組別與考試科目是否相符!!

【每題的分數比例已標示於題目後，請掌握時間】

- 1、請寫出在自由空間中單一頻率電磁場所需滿足的 Maxwell equations。[5%]
- 2、在 $(x,y)=(0,0)$ 之位置上有一個在 z 方向均勻分布之線電荷分布，其線電荷密度為 λ_1 ，請問一般而言，此線電荷在 $(x,y) \neq (0,0)$ 處所產生之電位為何？[10%]
- 3、在 $(x,y)=(0,0)$ 之位置上有一個在 z 方向均勻分布之線電流分布，其電流大小為 I_1 ，請問一般而言，此線電流在 $(x,y) \neq (0,0)$ 處所產生之磁場為何？[5%]
- 4、在 $(x,y)=(b,0)$ 之位置上有一個在 z 方向均勻分布之金屬導線，其半徑為 R ，在 $(x,y)=(-b,0)$ 之位置有另一個在 z 方向均勻分布之金屬導線，其半徑也為 R 。已知此兩條平行金屬導線間的單位長度電容是

$$C = \pi \epsilon_0 / \ln[b/R + ((b/R)^2 - 1)^{1/2}] \quad \text{—————eq(1)}$$

而單位長度電感則是

$$L = (\mu_0 / \pi) \ln[b/R + ((b/R)^2 - 1)^{1/2}] \quad \text{—————eq(2)}$$

- (1) 如果將此兩條平行金屬導線拿來作為傳輸線使用，假設 $V(z)$ 是在 z 處之電位差， $I(z)$ 是在 z 處之電流，請寫出 $V(z)$ 及 $I(z)$ 所須滿足的傳輸線方程式。[5%]
- (2) 請寫出在 $z=L$ 處之 $V(L)$, $I(L)$ 與在 $z=0$ 處之 $V(0)$, $I(0)$ 的關係式。[5%]
- (3) 此傳輸線之特性阻抗(characteristic impedance)為何？[5%]
- (4) 此傳輸線之傳播常數(propagation constant)為何？[5%]
- (5) 電磁場在此傳輸線中之傳播速度(propagation velocity)為何？[5%]
- (6) 假設我們取一段長度為 $1/4$ 波長(quarter-wavelength)的傳輸線，一端接上阻抗為 100Ω 的電阻，此時從傳輸線另一端所看到的阻抗為何？[5%]
- (7) 假設已知當此兩條平行金屬導線外加有電位差 V 時所產生的電位分布將會同於由兩條等效平行線電荷分布所產生的電位，其中在 $(x,y)=(a,0)$ 位置之線電荷的線電荷密度為 $+\lambda_1$ ，在 $(x,y)=(-a,0)$ 位置之線電荷的線電荷密度為 $-\lambda_1$ ，而且 a 、 b 及 R 滿足 $a^2 = b^2 - R^2$ ，請利用第 1 題的結果證明本題中的 eq(1) 成立。[5%]
- (8) 假設已知當此兩條平行金屬導線外加有電流時所產生的磁場分布將會同於由兩條等效平行線電流所產生的磁場，其中在 $(x,y)=(a,0)$ 位置之線電流的電流大小為 $+I_1$ ，在 $(x,y)=(-a,0)$ 之位置之線電流的電流大小為 $-I_1$ ，而且 a 、 b 及 R 滿足 $a^2 = b^2 - R^2$ ，請利用第 2 題的結果證明本題中的 eq(2) 成立。[10%]

【註 1：在(3)-(6)的計算中請假設 $a=2\text{mm}$, $R=0.2\text{mm}$, $\ln[a/R + ((a/R)^2 - 1)^{1/2}] = 3$, 電磁場頻率為 10GHz 。另外一些參數的值如下： $\epsilon_0 = 1/(36\pi) * 10^{-9} (\text{A s/V m})$, $\mu_0 = 4\pi * 10^{-9} (\text{V s/A m})$, $(\mu_0/\epsilon_0)^{1/2} = 377 \Omega$ 】【 $1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$ 】

國立交通大學九十一學年度碩士班入學考試試題

科目名稱：電磁學(101)

考試日期：91 年 4 月 20 日 第 3 節

系所班別：光電工程研究所

第 2 頁, 共 2 頁

*作答前, 請先核對試題、答案卷(試卷)與准考證上之所組別與考試科目是否相符!!

- 5、自由空間中一平面光波的頻率(frequency)為 $f = 10^{14}$ Hz，傳播方向為 $+z$ 方向，電場偏振方向為 x 方向，光功率密度為 1 Watt/mm^2 ：
- (1) 其波長為何？[5%]
 - (2) 其最大電場強度為何？[5%]
 - (3) 其最大磁場強度為何？[5%]
 - (4) 其磁場方向為何？[5%]
- 6、一個長方形金屬波導的在 x 方向上的寬度為 L ，在 y 方向上的高度為 $L/3$ ，內部中空，電磁場則是沿著 z 方向傳播。
- (1) 假設我們希望在頻率為 $f=10 \text{ GHz}$ 時此金屬波導只能有一個傳播模(propagation mode)存在，請問 L 須滿足怎樣的條件？[10%]
 - (2) 此傳播模的電場分佈為何？[5%]