

姓名：_____ 學號：_____

成績：_____

Electromagnetic(II) Quiz #6

May 22, 2024

1. 請解釋下列名詞。

64%

- (a) 均勻平面波:
- (b) 波前及相位速度:
- (c) 本質阻抗:
- (d) 橫向電磁波:
- (e) 波數與傳播常數的不同:
- (f) 衰減常數與相位常數的單位:
- (g) 損耗正切:
- (h) 集膚深度:

2. 均勻平面波頻率為 300MHz 其電場強度為 $\vec{E} = \vec{a}_x E_x$ 在無損材料($\epsilon_r=9, \mu_r=1$)中往+z 方向傳播。若在 $t=0$ 時在 $z=\frac{1}{18}$ m 處測得最大電場強度為 10(V/m) , 請寫出 \vec{E} 和 \vec{H} 的瞬時表示式。

9%

3. 若有一火車發出哨音(680Hz)往與觀測者 60° 夾角方向移動, 若火車的速度 72(Km/hr) , 請問觀測者聽到的哨音頻率為何? (聲波的波速約為 340m/s)

9%

4. 若電磁波其電場振幅為 2 (V/m) , 若以 900MHz 頻率在有損耗材料中傳播, 如果此材料的相對介電常數為 10 且損耗正切為 0.001 , 請問此波在此材料中的平均功率消耗為何?

9%

5. 有一橫向電磁波在有損耗介質中傳播在 P1 點的電場最大振幅為 100(μ V/m) , 若在距離 P1 點 100m 處量測到電場最大振幅為 60(μ v/m) , 請問此波的衰減常數為何, 請分別用 Np 與 dB 表示?

9%

Electromagnetic(II) Quiz #6 Solution

1. 解釋如下:

- (a) uniform plane wave · 傳播方向垂直的平面上其電場與磁場為均勻的波
- (b) wavefront and phase velocity: 在平面波上相位相同點形成的平面 · 從一個相位點移動到下一個同相位點亦即一個波長除以所需的時間
- (c) intrinsic impedance: 在均勻平面波中電場振幅除以磁場振幅等於固定的值 $= \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$
- (d) Transverse Electromagnetic wave: 在傳播方向無電場與磁場分佈且電場與磁場也相互垂直的電磁波
- (e) Wave number and propagation constant: k (波數) $= j\gamma$ (傳播常數)
- (f) Attenuation constant and phase constant: α (Np/m), β (rad/m)
- (g) Loss tangent: $\sigma/\omega\epsilon_r\epsilon_0$: σ : 介質導電度, ω : 電磁波的頻率, $\epsilon (= \epsilon_r\epsilon_0)$: 介質的介電常數。
- (h) Skin depth: 在導體表面電磁波穿透後衰減至原來的 e^{-1} 的深度。

2. $\vec{E} = \vec{a}_x E_0 \cos(6\pi \times 10^8 t - kz + \psi)$

$$k = \omega \sqrt{\epsilon_r \epsilon_0 \mu_0} = 6\pi \times 10^8 \times 3 / (3 \times 10^8) = 6\pi$$

$$\psi = kz = \pi/3 \text{ or } 60^\circ$$

$$\vec{E} = \vec{a}_x 10 \cos(6\pi \times 10^8 t - 6\pi z + \pi/3)$$

$$\eta = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_r \epsilon_0}} = 120\pi/3 = 40\pi = 125.6\Omega$$

$$\vec{H} = \vec{a}_y \frac{10}{40\pi} \cos(6\pi \times 10^8 t - 6\pi z + \pi/3) = 7.95 \times 10^{-2} \cos(6\pi \times 10^8 t - 6\pi z + \pi/3)$$

3. $f = f_0(1 + \frac{u}{s} \cos \theta) = 680(1 + \frac{20}{340} \cos 60^\circ) = 700\text{Hz}$

4. $\text{loss tangent} = 0.001 = \frac{\sigma}{\omega \epsilon_r \epsilon_0} \Rightarrow \sigma = 1 \times 10^{-3} \times 2\pi \times 9 \times 10^8 \times 10 \times \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-4}$

$$\text{功率消耗} = \frac{1}{2} \sigma E^2 = 2.5 \times 10^{-4} \times 4 = 1 (\text{mW/m}^3)$$

5. 衰減量為 $60/100 = 0.6 \Rightarrow 100 \times \alpha = -\ln 0.6 = 0.51 \text{Np}$ 或 $-20 \log 0.6 = 4.43 \text{dB}$

$$\alpha = 5.1 \times 10^{-3} \text{ Np/m 或 } 4.43 \times 10^{-2} \text{ dB/m}$$