

Durante la lezione del 16 verranno presentati nell'ordine i procedimenti risolutivi degli esercizi

1) Il campo elettrico di un'onda piana che si propaga nel vuoto nel verso delle x crescenti è descritta, per  $t = 0$ , da  $E_y(x,0) = a \sin(bx)$  con  $E_0 = 6 \text{ V/m}$ .

Determinare nell'ordine:

- 1) l'ampiezza del campo magnetico
- 2) la lunghezza d'onda sapendo che la frequenza dell'onda è 10 GHz
- 3) il valore di b
- 4) l'andamento spaziale del campo elettrico per  $t = 3 \text{ ns}$ .
- 5) l'espressione del campo magnetico

2) Un'onda radio di frequenza  $\nu$  che nel vuoto avrebbe lunghezza d'onda  $\lambda_0$ , viaggia in un materiale con velocità  $n$  volte inferiore a quella che avrebbe nel vuoto. Determinare la lunghezza d'onda della radiazione.

3) Il campo elettrico di un'onda elettromagnetica piana che si propaga in un materiale è descritto dall'equazione  $E_y(x,t) = E_0 \sin(x/a - bt)$  con  $E_0 = 10 \text{ V/m}$ ,  $a = 0,01 \text{ mm}$ ,  $b = 2 \cdot 10^{13} \text{ rad/s}$ . Determinare l'indice di rifrazione del materiale.

4) Un'onda e.m. piana di frequenza  $\nu = 100 \text{ MHz}$  viaggia nel vuoto in direzione x. Il valore massimo del campo elettrico è  $30 \text{ V/m}$ . Determinare la lunghezza d'onda, il valore massimo del campo magnetico e la densità di energia trasportata

5) Il campo elettrico di un'onda piana unidimensionale è dato nella forma

$E_y(x,t) = 20 \cos[4\pi \cdot 10^6 (2,8 \cdot 10^8 t - x)] \text{ V/m}$  con t espresso in secondi e x in metri

determinare la velocità di propagazione, la lunghezza d'onda e la frequenza dell'onda.

6) Determinare la velocità di propagazione di un'onda elettromagnetica in un materiale che ha costante dielettrica  $\epsilon = 2,5 \epsilon_0$  e permeabilità magnetica  $\mu_0$ .

7) Un'onda elettromagnetica piana viaggia in un materiale con velocità  $c/3$ . Il campo elettrico che oscilla lungo la direzione dell'asse x con frequenza  $\nu = 1 \text{ MHz}$  ha un'ampiezza di  $10 \text{ V/m}$ . Determinare la lunghezza d'onda  $\lambda$  e la densità di energia trasportata.

8) Un'onda piana si propaga nell'aria e ha una ampiezza massima del campo elettrico  $E = 6 \text{ mV/m}$ .

Calcolare:

- a) l'intensità del campo magnetico;
- b) la densità di potenza dell'onda.

9) Il campo elettrico di un'onda piana monocromatica nel vuoto ha come unica componente

$E_y(x,t) = a \sin(bx - \omega t)$  con  $a = 0,6 \text{ V/m}$ ,  $b = \pi \text{ m}^{-1}$ ,  $\omega = 6\pi \cdot 10^8 \text{ rad/s}$ .

Determinare l'espressione del suo campo magnetico.

10) Un'onda elettromagnetica piana di frequenza  $\nu = 500 \text{ kHz}$  viaggia nel vuoto con intensità massima del campo magnetico  $B_0 = 10 \text{ nT}$ . Determinare la lunghezza d'onda  $\lambda$  e il valore massimo del campo elettrico.

$$\vec{E} = \vec{B} \times \vec{v}$$

$$v = \lambda/T = \lambda\nu$$

$$\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$E_y(x, t) = E_0 \sin \left[ 2\pi \left( \frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] = E_0 \sin[kx - \omega t]$$

$$B_z(x, t) = B_0 \sin \left[ 2\pi \left( \frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] = B_0 \sin[kx - \omega t]$$

$$v_{\text{vuoto}} = c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{materia}} = v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}}$$

$$n = \frac{c}{v}$$

Indice di rifrazione

$$u = \epsilon_0 E^2$$

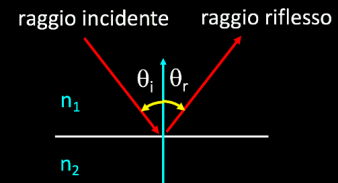
$$\frac{1}{A} \frac{dU}{dt} = \frac{P}{A} = u v = \frac{E^2}{Z_0}$$

densità superficiale di potenza o intensità dell'onda ( $\text{W/m}^2$ )

$$Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 377 \Omega$$

impedenza caratteristica del vuoto

$10^{12}$	tera	T
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	chilo	k
$10^{-3}$	milli	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p



## SOLUZIONI

- $B_0 = 20 \text{ nT}$ ;  $\lambda = 3 \text{ cm}$ ;  $b = 200\pi/3 \text{ m}^{-1}$ ;  $E_y(x, 3\text{ns}) = 6 \text{ V/m} \sin\{(200\pi/3 x[\text{m}]) - 60\pi\}$ ;  
 $B_z(x, t) = 20 \text{ nT} \sin(200\pi/3 x[\text{m}] - 2\pi \cdot 10^{10} t[\text{s}])$
- $\lambda = \lambda_0/n$
- $n = 1,5$
- $\lambda = 3 \text{ m}$ ;  $B_{\text{MAX}} = 0,1 \mu\text{T}$ ;  $u = 8 \sin^2[2\pi(x/\lambda - tv)] \text{ nJ/m}^3$
- $v = 2,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ;  $l = 0,5 \mu\text{m}$ ;  $\nu = 560 \text{ THz}$
- $v = 1,89 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- $\lambda = 100 \text{ m}$ ;  $u = 0,89 \text{ nJ/m}^3$
- $B_0 = 20 \text{ pT}$ ;  $l = 1/A \text{ dU/dt} = uv = 96 \sin^2[2\pi(x/\lambda - tv)] \text{ nW/m}^2$
- $B_z(x, t) = 2\text{nT} \sin(\pi x[\text{m}] - 6\pi \cdot 10^8 t[\text{s}])$
- $\lambda = 600 \text{ m}$ ;  $E_0 = 3 \text{ V/m}$