

Onde elettromagnetiche

Esercizio 1

Sia data in un sistema di coordinate cartesiane un'onda elettromagnetica piana, di frequenza ν , avente il vettore campo elettrico diretto secondo l'asse y , propagantesi nella direzione positiva dell'asse x . Si scriva l'espressione dei campi \mathbf{E} e \mathbf{B} in funzione di x , t , ν e E_0 , sapendo che il vettore campo elettrico \mathbf{E} , il vettore induzione magnetica \mathbf{B} e il versore che individua la direzione di propagazione dell'onda sono diretti come gli assi di una terna cartesiana destrorsa, e che al tempo $t = 0$ si osserva nell'origine degli assi un massimo del campo elettrico pari a E_0 .

$$\left[\mathbf{E} = E_0 \cos \left(2\pi\nu \left(t - \frac{x}{c} \right) \right) \mathbf{u}_y, \quad \mathbf{B} = \frac{E_0}{c} \cos \left(2\pi\nu \left(t - \frac{x}{c} \right) \right) \mathbf{u}_z \right]$$

Esercizio 2

Un'onda elettromagnetica è costituita dalla sovrapposizione di due onde piane di uguale pulsazione ω , in fase tra di loro e propagantesi nella direzione positiva dell'asse z . La prima onda ha il vettore campo elettrico diretto secondo l'asse x e intensità I_1 , la seconda ha il vettore campo elettrico diretto secondo l'asse y e intensità $I_2 = 4I_1$. Si dimostri che l'onda complessiva è ancora polarizzata linearmente e si calcoli l'angolo α tra la direzione di polarizzazione e l'asse x . Si determini inoltre il campo E_0 dell'onda risultante e la sua intensità.

$$\left[\alpha \simeq 63^\circ, \quad E_0 = \frac{2\sqrt{5}}{\epsilon_0 c}, \quad I = 5I_1 \right]$$

Esercizio 3

Si consideri un'onda piana sinusoidale di pulsazione ω polarizzata linearmente lungo l'asse y che si propaga lungo l'asse x . L'onda presenta un massimo di ampiezza E_0 nell'origine degli assi al tempo $t = 0$. 1) Scrivere le espressioni dei campi elettrico e magnetico.

Tale onda investe una spira conduttrice quadrata di lato L e resistenza R posta nel piano xy . 2) Si determini la corrente indotta nella spira. 3) Si calcoli inoltre l'insieme dei valori di L tali per cui la corrente indotta sia nulla.

$$\left[\mathbf{E} = E_0 \cos(\omega t - kx) \mathbf{u}_y, \quad \mathbf{B} = \frac{E_0}{c} \cos(\omega t - kx) \mathbf{u}_z, \quad i = \frac{LE_0}{R} (\cos(\omega t) - \cos(\omega t - kL)) \right]$$

Esercizio 4

Determinare le espressioni del campo elettrico, del campo magnetico e del vettore di Poynting di un'onda elettromagnetica stazionaria ottenuta dalla sovrapposizione di due onde piane monocromatiche linearmente polarizzate nella medesima direzione y , di eguale ampiezza, che si propagano in versi opposti nella direzione z . Si mostri poi che il valor medio temporale del vettore di Poynting è nullo. Quale è il significato fisico di questo risultato?

Esercizio 5

Una cella solare al silicio, la cui superficie frontale ha un'area $A = 12 \text{ cm}^2$, eroga una corrente $I = 0.10 \text{ A}$ a una tensione $V = 0.5 \text{ V}$ quando è esposta alla piena luce solare. Supponendo di considerare la radiazione solare come un'onda piana monocromatica con ampiezza del campo elettrico $E_0 = 10^3 \text{ V/m}$, si calcoli il rendimento della cella fotovoltaica.

$[\simeq 0.03]$

Esercizio 6

Una cavità è formata da due conduttori piani ideali posti a una distanza pari a L . All'interno è presente un campo elettromagnetico (ω, k) polarizzato linearmente. Si determinino le configurazioni possibili del campo all'interno.

$[kL = n\pi, \quad n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots]$