

21 - Onde elettromagnetiche; potenziali elettrodinamici

Revisione teorica: onde elettromagnetiche; campi elettrici e magnetici come componenti di un'onda elettromagnetica; onde piane; polarizzazione.

21-1.

Un'onda elettromagnetica piana si propaga secondo \hat{e}_x , ovvero il verso positivo dell'asse x nel vuoto. Data l'espressione del campo di induzione magnetica

$$\vec{B} = B_0[2 \cos(kx - \omega t)\hat{e}_y + 3 \sin(kx - \omega t)\hat{e}_z],$$

con $B_0 = 10^{-8}$ T, calcolare la potenza media incidente su di una superficie $A = 9 \text{ m}^2$ con normale posta a 60° rispetto all'asse x. Qual è la polarizzazione dell'onda? Se la superficie è perfettamente riflettente, qual è la quantità di moto media per unità di tempo che riceve?

21-2.

Un'onda elettromagnetica polarizzata linearmente con il campo elettrico lungo \hat{e}_y , $\nu = 300$ MHz, ampiezza $E_{0y} = 100$ mV/m, si propaga nel vuoto lungo \hat{e}_x . Determinare l'espressione della componente magnetica dell'onda. Una spira quadrata di lato $l = 25$ cm ($= \lambda/4$) è posta nel piano xy con un vertice nell'origine e ha una resistenza complessiva $R = 30 \Omega$. Determinare la corrente $i(t)$ indotta nella spira, sapendo che $E_y(x=0, t=0) = E_{0y}$. Calcolare il massimo di $i(t)$.

21-3.

Un'onda elettromagnetica piana di intensità media $I = 1.19 \cdot 10^{-2} \text{ W/m}^2$, a polarizzazione circolare, si propaga in un mezzo con $\epsilon_r = 4$ e $\mu_r = 1$ lungo \hat{e}_x . Determinare l'espressione dei campi che costituiscono l'onda e la forza elettromotrice indotta in un'asta metallica sottile di lunghezza $\ell = 20$ cm, posta lungo l'asse y con un'estremità nell'origine.

21-4.

Data la potenza emessa dal sole $P = 3.9 \cdot 10^{26}$ W, calcolare il bilancio tra la pressione della radiazione solare e la forza di gravità che la stella esercita sui granuli della coda di una cometa, considerando che un granulo sia sferico e perfettamente assorbente. Quale dimensione del granulo fornisce il bilanciamento, e quale forza prevale per dimensioni maggiori/minori?

21-5.

Un campo elettromagnetico è descrivibile, in un certo gauge, tramite i seguenti potenziali elettrodinamici:

$$V'(\vec{r}, t) = 0,$$

$$\vec{A}'(\vec{r}, t) = \frac{-qt}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{e}_r.$$

Determinare l'espressione del campo elettrico e magnetico. Osservandone la forma, suggerire quali sono le sorgenti del campo elettromagnetico e scriverne una diversa coppia di potenziali che appare più comune. Trovare la funzione $\lambda(\vec{r}, t)$ che dia la trasformazione di gauge da (V, \vec{A}) a (V', \vec{A}') .