

Esercizi di Fisica LB - Ottica

Esercitazioni di Fisica LB per ingegneri - A.A. 2004-2005

Esercizio 1

Calcolare la larghezza della frangia centrale della figura di interferenza generata da un fascio di luce di lunghezza d'onda $\lambda = 5 \cdot 10^{-6} m$ in un esperimento di Young sapendo che la distanza fra le due fenditure è pari a $d = 1 mm$ e che lo schermo dista $L = 0.5 m$.

Esercizio 2

Un'onda elettromagnetica piana monocromatica di propaga nel vuoto lungo l'asse x di un sistema di riferimento cartesiano. Sapendo che il campo elettrico oscilla come $E(x, t) = E_0 \sin(kx - \omega t)$ lungo l'asse y , calcolare come variano nel tempo le componenti non nulle del campo magnetico.

Esercizio 3

Verificare che, per le onde elettromagnetiche piane (prendere l'onda dell'esercizio precedente), la densità di energia dovuta alla presenza del campo elettrico è uguale alla densità di energia dovuta alla presenza del campo magnetico.

Esercizio 4

Calcolare il flusso ed il flusso medio nel tempo del vettore di Poynting di un onda elettromagnetica piana il cui capo elettrico varia secondo la legge $\vec{E}(x, t) = E_y \cos(kx - \omega t)\hat{j}$ attraverso una superficie ortogonale alla direzione di propagazione dell'onda di area L^2 e disposta ad $x = 0$. Calcolare poi l'intensità S dell'onda definita come la rapidità con cui l'energia attraversa l'area unitaria ovvero la quantità di energia media che attraversa la superficie unitaria nell'unità di tempo.

Esercizio 5

Un'onda piana monocromatica nel vuoto è composta da un campo elettrico che varia secondo la legge $\vec{E}(x, t) = E_0\hat{j} \cos(kx - \omega t)$ e da un campo magnetico. Si immagini che il flusso dell'onda si possa schematizzare come un flusso di particelle di energia pari a $E = \hbar\omega$ essendo \hbar la costante ridotta di Planck ($\hbar = 1.054 \cdot 10^{-34} J \cdot sec$) distribuite uniformemente nello spazio occupato dall'onda, prive di massa e con una velocità costante pari a quella della luce. Calcolare quante particelle (*fotoni*) attraversano una superficie di area A disposta ortogonalmente alla loro direzione del moto nel periodo Δt .

Esercizio 6

Sapendo che a ciascun fotone si può associare una quantità di moto pari a $p = \frac{E}{c}$ calcolare l'accelerazione di un'astronave di massa M che emette un'onda elettromagnetica piana d'intensità S costante dal suo propulsore di area A .

Esercizio 7

Un fascio di luce non polarizzato viene fatto incidere su una lastra di vetro (indice di rifrazione $n_V = 1.5$). Calcolare quanto deve essere l'angolo di incidenza θ_i affinché l'onda riflessa sia completamente polarizzata.

Esercizio 8

Un fascio di luce polarizzata circolarmente attraversa un polarizzatore disposto ortogonalmente alla direzione di propagazione dell'onda. Calcolare il rapporto fra l'intensità incidente e l'intensità dell'onda polarizzata linearmente che esce dal polarizzatore.

Esercizio 9

Un'onda piana è ottenuta tramite la sovrapposizione coerente di due onde monocromatiche che si propagano lungo l'asse x . Il campo elettrico della prima onda elettromagnetica varia come $\vec{E}_1(x, t) = (0, 0, E_1 \cos(kx - \omega t))$ mentre il campo magnetico della seconda varia come $\vec{B}_2(x, t) = (0, 0, B_2 \sin(kx - \omega t))$. Calcolare lo stato di polarizzazione dell'onda risultante.

Esercizio 10

Un'onda piana monocromatica (lunghezza d'onda nel vuoto λ_0) che si propaga lungo l'asse x è polarizzata circolarmente. Ad un certo istante essa attraversa una lamina di ritardo disposta ortogonalmente alla sua direzione di propagazione (asse veloce parallelo all'asse y) larga $\Delta x = 3 \cdot \lambda_0$. Sapendo che la differenza fra l'indice di rifrazione dell'asse lento e l'indice di rifrazione di quello veloce è $\Delta n = 1/12$ indicare lo stato di polarizzazione dell'onda uscente dalla lamina ed il campo elettrico $\vec{E}(t)$ uscente.

Esercizio 11

Si consideri un condensatore piano con armature circolari di raggio r che distano d . Tale condensatore, inizialmente scarico, viene fatto scaricare su di una resistenza R . Calcolare il flusso del vettore di Poynting attraverso il volume delimitato dal condensatore durante la carica dello stesso. Che cosa rappresenta l'integrale nel tempo (da 0 a t) di tale flusso?

Esercizio 12

Determinare la corrente che circola in una resistenza di forma cilindrica (sia r il raggio di una sua sezione, l la sua lunghezza e ρ la sua resistività) sapendo che il flusso del vettore di Poynting attraverso la sua superficie laterale vale $\Phi(\vec{S}) = 10 J \cdot s^{-1}$ (si supponga che la corrente sia costante ed uniformemente distribuita all'interno della resistenza).

Esercizi avanzati e d'esame

Esercizio 1

Un'onda piana polarizzata circolarmente $\vec{E}_i(z, t) = E_{0,i} \sin(\omega t - kz)\hat{i} + E_{0,i} \cos(\omega t - kz)\hat{j}$ si propaga lungo l'asse \hat{z} di un sistema di riferimento cartesiano opportunamente scelto. L'onda attraversa due polarizzatori il cui asse di polarizzazione è disposto rispettivamente lungo l'asse x (il primo), lungo una direzione \hat{n} che forma un angolo pari a $\theta = \xi \cdot 10^{-3} \frac{\pi}{2}$ con l'asse x (il secondo). Calcolare il rapporto fra l'ampiezza di oscillazione del campo elettrico uscente $E_{0,f}$ ed il modulo iniziale $E_{0,i}$ ($R_A \equiv E_{0,f}/E_{0,i}$), calcolare inoltre il rapporto fra l'intensità luminosa in uscita e quella in entrata nei due polarizzatori ($R_I \equiv I_f/I_i$). (Totale 19/09/2003)

Esercizio 2

In un esperimento di Young per verificare l'origine non corpuscolare della luce, un'onda piana con lunghezza d'onda pari a $\lambda = \xi \cdot 10^{-8} m$ viene fatta incidere, al solito, su uno schermo su cui sono praticate due fenditure distanti d . La luce che le attraversa raggiunge poi un secondo schermo parallelo al primo e distante da esso $D = 4 m$. Sapendo che la figura di interferenza che si osserva sul secondo schermo è tale che la distanza fra i massimi e i minimi ad essi adiacenti misura (per piccoli angoli di incidenza) $\Delta y = 10^{-3} m$ calcolare quanto vale d . (Totale 12/01/2004)

Esercizio 3

Sia dato un condensatore costituito da due armature circolari di raggio $r = R \cdot 10^{-3} m$ ad una certa distanza. A partire dall'istante $t = 0 s$ il condensatore viene caricato. Durante il processo di carica il vettore di Poynting sulla superficie cilindrica che delimita il condensatore varia, in modulo, nel tempo come $|\vec{S}(t)| = (R^{\frac{3}{2}} \cdot W \cdot m^{-2} \cdot s^{-2}) \cdot t^2$. Calcolare la carica accumulata sulle armature all'istante $t = R^{\frac{1}{2}} s$. (Parziale 12/06/2003)

Esercizio 4

All'istante $t_0 = 0 s$ su un'induttanza $L = 0.1 H$ di forma cilindrica circola una corrente pari a $i_0 = 1 A$. Ad un certo istante il circuito che contiene la suddetta induttanza viene aperto

e la corrente che vi circola tende velocemente a zero. Durante questo processo il modulo del vettore di Poynting sulla superficie laterale esterna dell'induttanza, di area $A = 10^{-2} m^2$, varia come $|\vec{S}| = C \exp[-k t]$ con $C = 5 J \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$ e $k = 10^{-2} s^{-1}$ ed \vec{S} è diretto verso l'esterno di tale superficie in modo ortogonale alla superficie stessa. A quale istante t_f si osserva una corrente sull'induttanza pari a $i_f = (\xi + 1)/5000 i_0$? (Suggerimento: pensare all'analogia fra l'energia del campo elettrico in un condensatore e l'energia del campo magnetico in un'induttanza) (*Parziale 16/06/2004*)

Esercizio 5

Un'onda monocromatica piana si propaga lungo l'asse z di un sistema di riferimento cartesiano opportunamente scelto. Il campo elettrico inizialmente varia come $\vec{E}_i = E_0 \cos(\omega t - kz) \cdot \hat{i} + E_0 \sin(\omega t - kz) \cdot \hat{j}$. L'onda va ad incidere, in modo perpendicolare alla sua direzione di propagazione, nell'ordine: un polarizzatore lineare con asse di trasmissione lungo y , un secondo polarizzatore il cui asse di trasmissione forma, con l'asse del precedente, un angolo pari a θ con $0 < \theta < \pi/2$, una lamina a quarto d'onda con asse veloce che forma un angolo di $\pi/4$ con l'asse di trasmissione facile del secondo polarizzatore. Calcolare quanto deve essere θ affinché il rapporto fra l'intensità luminosa iniziale e quella dell'onda uscente dalla lamina di ritardo sia $R = \frac{I_i}{I_f} = 3000/(\xi + 1)$. (*Parziale 16/06/2004*)