

Università degli Studi di Ferrara — Dipartimento di Fisica
Prova scritta finale di Onde Elettromagnetiche e Ottica
23 luglio 2007

Nome e Cognome _____

Corso di Laurea _____ Matricola _____

Parte I

Rispondere alle seguenti domande. Ciascuna risposta esatta vale 1 punto. Le risposte sbagliate valgono 0 punti.

Dire quale delle seguenti *non* è un'onda elettromagnetica:

luce radio microonde suono infrarosso ultravioletto

Tutte le onde elettromagnetiche sono

piane sferiche trasversali monocromatiche periodiche sinusoidali

In un'onda elettromagnetica i campi elettrici e magnetici sono sempre

nulli costanti in fase paralleli sfasati di $\pi/2$ diversi da zero

Se si raddoppia la frequenza di un'onda elettromagnetica nel vuoto, la lunghezza d'onda

rimane invariata diventa un quarto quadruplica raddoppia dimezza
 nessuna delle precedenti

La frequenza delle onde radio di lunghezza d'onda 30 m è

10 MHz 1 GHz 0.1 THz 10 kHz 0.1 kHz 10 Hz

L'energia del fotone di lunghezza d'onda 1 nm è

1 GeV 1 eV 1 meV 1 MeV 1 keV 1 μ eV

L'ordine di grandezza della lunghezza d'onda della luce visibile è

- 1 nm 1 pm 1 μm 1 mm 1 fm 1 m

Quale tra le seguenti radiazioni corrisponde alle differenze di energia tra livelli nucleari?

- onde radio microonde infrarosso visibile ultravioletto raggi γ

La densità di flusso istantaneo di energia elettromagnetica (W/m^2) è detta anche

- vettore di Poynting densità di energia campo elettromagnetico
 induttanza intensità media potenziale vettore

Al fine di raddoppiare l'intensità di un'onda elettromagnetica, l'ampiezza del campo elettrico deve essere moltiplicata per un fattore

- 1 2 4 $\sqrt{2}$ 0 1/2

Se il vettore di Poynting per un'onda elettromagnetica vale $\mathbf{S} = S_0 \cdot \sin^2(kx - \omega t) \cdot \hat{\mathbf{z}}$, con $S_0 = 4 \text{ W}/\text{m}^2$, la sua intensità (media) in W/m^2 è

- 4 2 1 0 8 16

La pressione di radiazione esercitata da un fascio laser di intensità $I = 3 \text{ W}/\text{m}^2$ su uno specchio perfettamente riflettente è

- nulla 3 Pa 2 Pa 1 Pa $1 \times 10^{-8} \text{ Pa}$ $2 \times 10^{-8} \text{ Pa}$

Problema (10 punti)

La maggior parte dell'energia elettromagnetica dell'Universo si trova sotto forma di microonde con lunghezza d'onda attorno al millimetro. Si tratta della radiazione cosmica di fondo scoperta da Penzias e Wilson nel 1965. Per quanto ne sappiamo essa riempie tutto lo spazio, comprese le immense regioni intergalattiche, con una densità di energia pari a circa $4 \times 10^{-20} \text{ J/cm}^3$.

(a) Calcolare l'ampiezza quadratica media del campo elettrico di tale radiazione in V/m.

Si consideri un'antenna radio che emetta radiazione in modo isotropo con una potenza pari a 1 kW.

(b) A che distanza da tale antenna bisogna porsi affinché l'intensità sia pari a quella della radiazione cosmica di fondo?

Breve saggio (4 punti)

Discutere brevemente le principali proprietà magnetiche dei materiali. Dire come si distinguono sia dal punto di vista del loro comportamento macroscopico, sia microscopicamente.

Parte II

Rispondere alle seguenti domande. Ciascuna risposta esatta vale 1 punto. Le risposte sbagliate valgono 0 punti.

Un fascio di luce propagantesi nel vuoto incide su una lastra di acrilico con un angolo di 55° rispetto alla normale. L'angolo di rifrazione vale 35° . L'indice di rifrazione della lastra è

- 0.70 1.33 1.30 1.25 1.43 1.50

Un oggetto luminoso dista 50 cm da una sottile lente divergente di focale 10 cm. L'immagine che si forma attraverso la lente è

- reale e diritta reale e capovolta virtuale e capovolta virtuale e diritta
 virtuale e ingrandita reale e ingrandita

La velocità della luce nell'acqua ($n = 1.33$) in m/s è

- 3.00×10^8 7.26×10^8 1.24×10^8 1.73×10^8 2.26×10^8
 nessuna delle precedenti

Un fascio di luce polarizzata circolarmente incide perpendicolarmente su un filtro polarizzatore. Ruotando l'asse del polarizzatore l'intensità della luce uscente

- varia di un fattore 2 varia di un fattore 4 può annullarsi
 varia sinusoidalmente non varia nessuna delle precedenti

Si consideri la sovrapposizione di due onde piane monocromatiche polarizzate linearmente in piani perpendicolari. Affinché la risultante sia polarizzata circolarmente, lo sfasamento tra di esse deve essere

- casuale nullo π $\pi/4$ $\pi/2$ nessuna delle precedenti

L'angolo di polarizzazione di Brewster per una lastra trasparente vale 55° . Il suo indice di rifrazione è

- 0.70 1.33 1.30 1.25 1.43 1.50

Problema (10 punti)

Una lastra di vetro di indice di rifrazione $n_v = 1.45$ deve venire rivestita con una sottile pellicola di materiale con indice di rifrazione $n_p = 1.59$ in modo da migliorare la trasmissione della luce verde ($\lambda = 530$ nm).

- (a) Qual è il minimo spessore della pellicola necessario allo scopo?
- (b) Per tale spessore, vi sono colori la cui trasmissione viene ridotta drasticamente?

Breve saggio (4 punti)

Leggere e commentare il seguente brano tratto dal *Traité de la Lumière* (1690) di Christiaan Huygens:

“Quando si considera l’estrema velocità con cui la luce si propaga in ogni direzione, e come, quando giunge da regioni diverse, anche tra loro opposte, i raggi si attraversino senza ostacolarsi, si può comprendere che, quando vediamo un oggetto luminoso, ciò non possa essere dovuto ad un trasporto di materia che dall’oggetto venga verso di noi, nella maniera in cui un proiettile o una freccia attraversano l’aria; perché sicuramente ciò sarebbe in contrasto con queste due proprietà della luce, e specialmente la seconda. È dunque in un’altra maniera che essa si propaga, e ciò che ci può guidare nella sua comprensione è la conoscenza che abbiamo della propagazione del suono nell’aria.”

