

Fisica Sperimentale Elettromagnetismo

Lezione 9

Onde EM, Ottica, Interferenza, Diffrazione

Elisabetta Comini Università di Brescia
Versione: 01 Novembre, 2012

Testo: P.Mazzoldi – M. Nigro – C. Voci
Elementi di Fisica Elettromagnetismo

10.1 Un'onda elettromagnetica piana di frequenza $\nu = 180$ MHz e ampiezza $E_0 = 2$ mV/m si propaga lungo l'asse x ed è polarizzata nel piano xy . Calcolare: a) la lunghezza d'onda λ , il numero d'onda k e la pulsazione ω . b) Scrivere l'equazione del campo elettrico \mathbf{E} e del campo magnetico \mathbf{B} ; calcolare: c) la densità d'energia elettromagnetica media u , d) l'intensità I ed e) la quantità di moto media per unità di superficie p trasportata.

10.2 Un'onda elettromagnetica piana polarizzata rettilineamente è descritta dall'equazione $\mathbf{E} = 100 \cos(2.09x - 2\pi \cdot 10^8 t) \mathbf{u}_y$ V/m. Calcolare: a) il valore efficace E_{eff} del campo elettrico, b) del campo magnetico B_{eff} , c) la lunghezza d'onda λ , d) la frequenza ν , e) l'intensità I .

- 10.4 In una certa regione della terra la radiazione solare ha un campo magnetico di ampiezza $B_0 = 1.8 \mu\text{T}$. Calcolare:
a) l'ampiezza E_0 del campo elettrico, b) la densità massima u_{max} di energia e c) l'intensità massima della radiazione I_{max} .

- 10.6** Un'antenna parabolica ha un'apertura $2R = 15$ m e riceve in direzione normale un segnale radio proveniente da una sorgente molto lontana, di ampiezza efficace $E_{\text{eff}} = 2.83 \cdot 10^{-7}$ V/m. Assumendo che l'antenna assorba tutta la radiazione che la colpisce, calcolare la forza F esercitata dalla radiazione sull'antenna.

10.10 Nel 1965 Penzias e Wilson scoprirono la *radiazione di microonde cosmica*, proveniente dall'espansione dell'universo iniziata dopo il Big-Bang. La densità media di energia elettromagnetica rilevata $u_m = 4 \cdot 10^{-14} \text{ J/m}^3$ fu successivamente misurata con grandissima precisione con un rivelatore montato su un satellite. Calcolare l'ampiezza del campo elettrico E_0 e del campo magnetico B_0 della radiazione cosmica.

PROBLEMI

11.1 Due onde luminose, di lunghezza d'onda $\lambda_0 = 0.4 \mu\text{m}$, attraversano due sottili lamine trasparenti di ugual spessore $L = 4 \mu\text{m}$ e indici di rifrazione rispettivamente $n_1 = 1.4$ e $n_2 = 1.6$. Calcolare: a) la lunghezza d'onda λ_i e b) il numero d'onde k_i all'interno dei due mezzi e c) la differenza di tempo di percorrenza Δt .

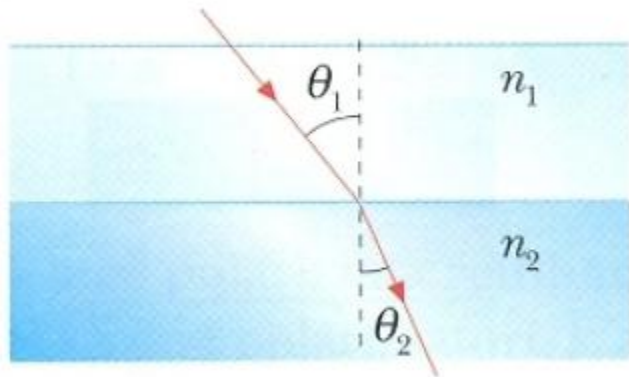
$$11.1 \quad \text{a) } \lambda_1 = \frac{\lambda_0}{n_1} = 0.286 \mu\text{m} \quad , \quad \lambda_2 = \frac{\lambda_0}{n_2} = 0.25 \mu\text{m} \quad ; \quad \text{b) } k_1 = k_0 n_1 = \frac{2\pi}{\lambda_0} n_1 =$$

$$= 1.57 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1} \quad , \quad k_2 = k_0 n_2 = 2.51 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1} \quad ;$$

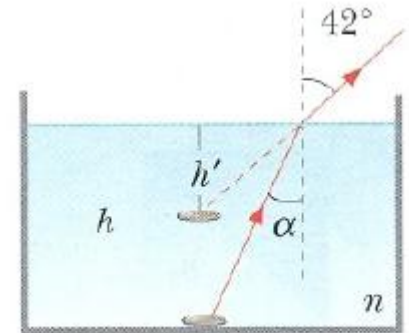
$$\text{c) } \Delta t = \frac{L}{c} (n_2 - n_1) = 2.67 \cdot 10^{-15} \text{ s} \quad ; \quad \text{d) } \Delta\phi = (k_2 - k_1)L =$$

$$= k_0 L (n_2 - n_1) = 4\pi : \text{ sono in fase .}$$

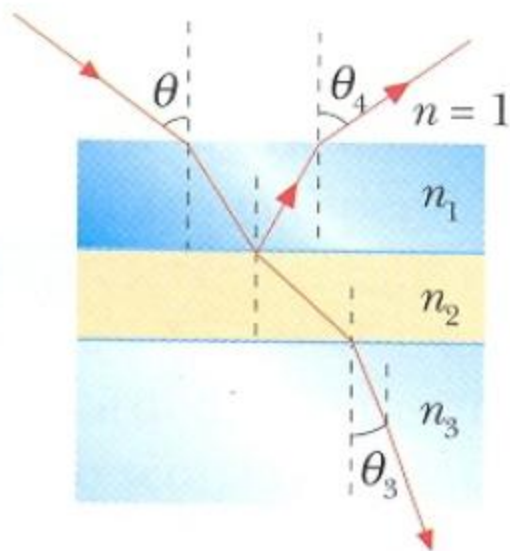
- 11.3 Un fascio di luce inizialmente in acqua ($n_1 = 1.33$) entra in una sostanza trasparente con un angolo di incidenza $\theta_1 = 37^\circ$ e il fascio rifratto esce ad un angolo $\theta_2 = 25^\circ$. Calcolare la velocità v_2 della luce nella sostanza.



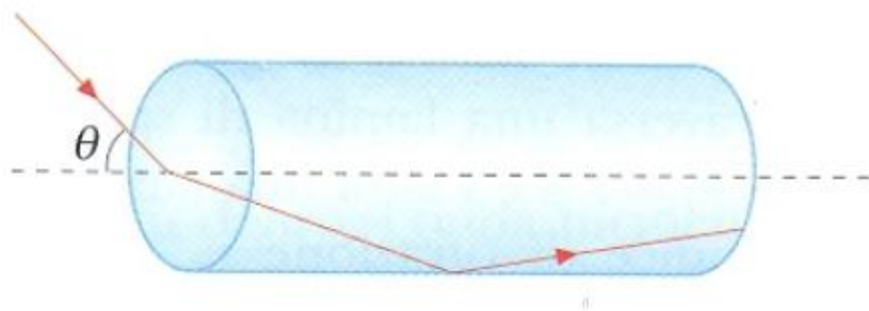
11.4 Un piccola moneta è posta sul fondo di una piscina piena d'acqua ($n = 1.33$), profonda $h = 2$ m. Calcolare la profondità h' apparente della moneta se essa viene osservata ad un angolo $\theta = 42^\circ$ rispetto alla normale alla superficie dell'acqua.



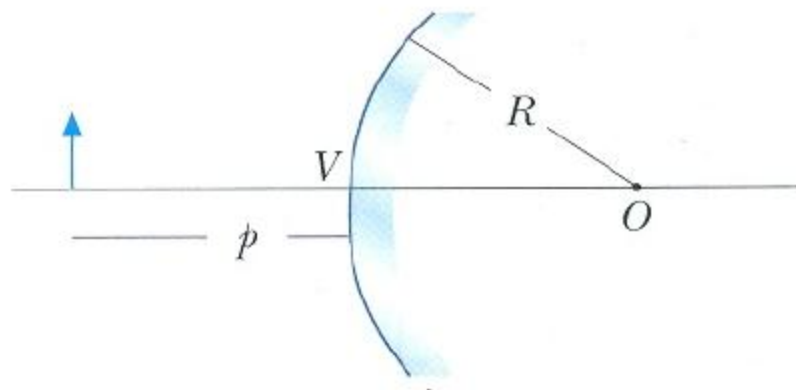
- 11.8 In figura un sottile fascio di luce incide su un sistema di tre lastre piane sovrapposte, aventi indici di rifrazione rispettivamente n_1 , n_2 e $n_3 = 1.55$, con un angolo d'incidenza $\theta = 60^\circ$. Calcolare: a) θ_3 e b) θ_4 .



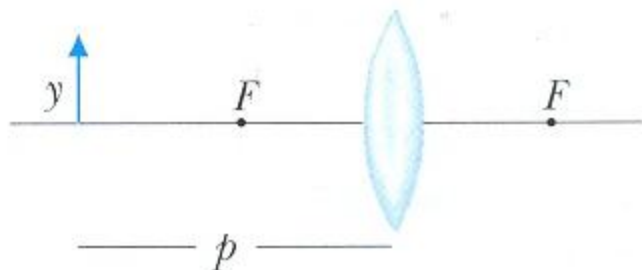
11.13 In figura un sottile fascio di luce incide con un angolo $\theta = 45^\circ$ sulla faccia di un cilindro di materiale trasparente avente indice di rifrazione n . Il fascio rifratto incide sulla superficie laterale del cilindro, riflettendosi totalmente. Calcolare l'indice di rifrazione minimo n , affinché ciò sia possibile.



- 12.8 Uno specchio sferico convesso ha raggio di curvatura $R = 50$ cm. Un piccolo oggetto è posto sull'asse ottico a distanza $p = 50$ cm dal vertice V . Calcolare la posizione q dell'immagine e il suo ingrandimento trasversale.



12.24 Una lente sottile convergente ha focale $f = 40$ cm. Calcolare le dimensioni dell'immagine di un oggetto di altezza $y = 4$ cm, posto sul suo asse ottico alle distanze: $p_1 = 50$ cm, $p_2 = 60$ cm e $p_3 = 200$ cm.



13.3 In un dispositivo di Young la distanza tra le fenditure è $d = 5 \text{ mm}$ e queste distano $L = 1.2 \text{ m}$ dallo schermo. Si osservano due figure d'interferenza, dovute una a luce con $\lambda_1 = 0.48 \text{ }\mu\text{m}$ e l'altra con $\lambda_2 = 0.6 \text{ }\mu\text{m}$. Calcolare: a) la distanza Δx sullo schermo delle frange d'interferenza del quinto ordine delle due lunghezze d'onda e b) quali frange delle due figure si sovrappongono.

14.23 Confrontando due lunghezze d'onda di raggi X λ_1 e $\lambda_2 = 92$ pm, si nota che λ_1 dà un massimo del primo ordine per un angolo di radenza $\theta_1 = 30^\circ$, mentre λ_2 dà un massimo del terzo ordine per $\theta_2 = 60^\circ$. Calcolare: a) la distanza d tra i piani reticolari interessati e b) il valore di λ_1 .