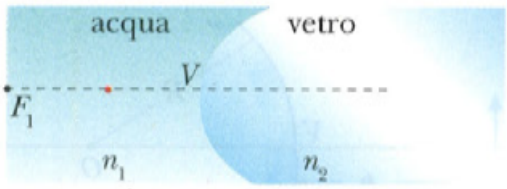
Politecnico di Bari
L3 in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica
25 Luglio 2024 – ore 08.30 - Aula A

tempo svolgimento 75 minuti

Per conseguire la piena valutazione di ciascuna prova è indispensabile indicare ordinatamente ed in modo esauriente tutti i passaggi necessari a ricavare le formule e calcolare le quantità richieste. Si considera superata la prova se si consegue una votazione almeno pari a 18/30. È obbligatorio rispondere ad almeno UN QUESITO TEORICO. In caso di svolgimento della prova sufficiente, ma non esaustivo, il docente si riserva la possibilità di effettuare un colloquio individuale per definire l'esito dell'esame.

Problema 1 *[voto 8/30]*



Si consideri il sistema ottico in figura. Il raggio di curvatura della superficie che separa acqua (n_1=1.33) e vetro (n_2=1.58) è R=20 cm e F_1 è il fuoco anteriore del diottro. Posto un oggetto nel punto medio fra F_1 e V, trovare la posizione dell'immagine e l'ingrandimento trasversale precisando se l'immagine è reale o virtuale

Problema 2 *[voto 8/30]*

Si consideri un dispositivo di Young (distanza fra le fenditure d, schermo a distanza L dal piano delle fenditure). Si eseguono i seguenti esperimenti:

a) si illumina il dispositivo con luce di lunghezza d'onda λ_1 e si osserva che la distanza fra i massimi di ordine m=4 ed m=1 è Δx_a=8 mm;
b) si immerge il dispositivo in un mezzo di indice di rifrazione n e lo si illumina con luce di lunghezza d'onda $\lambda_2 = 0.75\ \lambda_1$, osservando che la distanza fra i massimi di ordine m=5 ed m=3 è Δx_b=3 mm.

Calcolare il valore dell'indice di rifrazione n.

Problema 3 *[voto 8/30]*

Una fenditura di larghezza a= 0.6 cm è praticata su uno schermo ed è investita da un'onda elettromagnetica piana di frequenza ν = 75 GHz. Calcolare l'angolo θ_{min} a cui si ha il primo minimo e il rapporto I/I_0 per $\theta = \theta_{min}/2$ (I_0 è l'intensità per $\theta = 0$).

Quesito 1 *[voto 2/30]*

Supponiamo di mandare su un reticolo di diffrazione un fascio di luce che è costituito da due lunghezze d'onda (400 e 800 nm). Escludendo l'ordine zero, quali ordini saranno sovrapposti e quali distinguibili? (Argomentare la risposta, eventualmente con formule)

Quesito 2 *[voto 2/30]*

Sappiamo che le immagini virtuali si distinguono da quelle reali perché quelle reali possono essere proiettate su uno schermo, mentre quelle virtuali no. Sappiamo anche che una lente di ingrandimento produce una immagine virtuale. Come è possibile che tale immagine sia visibile se non può essere proiettata su uno schermo. (argomentare la risposta)

Quesito 3 *[voto 2/30]*

Se d è la profondità reale di un oggetto immerso in acqua (indice di rifrazione n) e d' è la sua profondità apparente (osservatore in aria), **dimostrare** che $d'=d/n$ precisando sotto quale approssimazioni ciò vale.

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1

Scriviamo equazione del diottro:

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{q} = \frac{n_2 - n_1}{R_1}$$

Nel nostro caso abbiamo che $n_1=1.33$, $n_2=1.58$ e $R=20\ cm$. Troviamo quindi il valore del fuoco anteriore del diottro, ovverosia il punto nel quale si trova l'oggetto se l'immagine si forma a distanza infinita dal vertice del V. Abbiamo:

$$\frac{n_1}{p} = \frac{n_2 - n_1}{R_1}$$

Da cui:

$$F_1 = q = R_1 \frac{n_1}{n_2 - n_1} = 106.4\ cm$$

L'oggetto quindi si trova nel punto, che chiameremo ***P***, posto a distanza $p=53.2\ cm$ dal vertice del diottro. Calcoliamo quindi l'immagine:

$$\frac{1.33}{53.2} + \frac{1.58}{q} = \frac{1.58 - 1.33}{20} \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{q = -126.4\ cm}$$

Essendo q minore di zero possiamo dire che l'immagine è virtuale. L'ingrandimento trasversale è:

$$I = \frac{n_1 q}{n_2 p} = \mathbf{-2}$$

L'ingrandimento è negativo e quindi l'immagine è dritta e ingrandita.

Problema n.2

Quando lo schermo è molto lontano dalle fenditure e quando vale $d \ll L$ e nel nostro caso la condizione è sicuramente verificata. In questa approssimazione, la posizione del massimo di ordine ***M*** sullo schermo è data dalla relazione:

$$x_m = m \frac{\lambda L}{d}$$

Noi conosciamo la distanza fra i massimi di ordine $m=1$ e $m=4$, quindi:

$$\Delta x_a = x_4 - x_1 = 3 \frac{\lambda_1 L}{d}$$

Quando il dispositivo è immerso in acqua (indice di rifrazione $n=1.33$), sappiamo che la relazione che ci dà i massimi cambia in:

$$x_m = m \frac{\lambda L}{nd}$$

Quindi abbiamo:

$$\Delta x_b = x_5 - x_3 = 2\frac{\lambda_2 L}{nd}$$

Dal rapporto otteniamo:

$$\frac{\Delta x_a}{\Delta x_b} = \frac{3\frac{\lambda_1 L}{d}}{2\frac{\lambda_2 L}{nd}} = \frac{3\lambda_1}{2\lambda_2} n$$

E infine:

$$n = \frac{2\lambda_2}{3\lambda_1}\frac{\Delta x_a}{\Delta x_b} = \frac{1}{2}\frac{\Delta x_a}{\Delta x_b} = \mathbf{1.33}$$

Problema n.3
Calcoliamo la lunghezza d'onda:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3\ x\ 10^8\ m\ s^{-1}}{75\ x\ 10^9\ s^{-1}} = \boldsymbol{4\ mm}$$

Poiché si tratta di un fenomeno di diffrazione, sappiamo che:

$$I = I_0 \left[\frac{\text{sen}\left(\frac{\pi}{\lambda} a\ \text{sen}\,\theta\right)}{\frac{\pi}{\lambda} a\ \text{sen}\,\theta}\right]^2$$

I minimi si hanno quando si annulla il numeratore:

$$\frac{\pi}{\lambda} a\ \text{sen}\,\theta = m\pi \quad \Longrightarrow \quad \text{sen}\,\theta = m\frac{\lambda}{a}$$

Ovviamente il primo minimo corrisponde a m=1, quindi:

$$\text{sen}\,\theta_1 = \frac{\lambda}{a} \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{\theta_1 = \theta_{min} = 0.73\ rad}$$

Il rapporto dell'intensità per $\boldsymbol{\theta=\theta_{min}/2}$ sarà dato da:

$$\frac{I}{I_0} = \left[\frac{\text{sen}\left(\frac{\pi}{\lambda} a\ \text{sen}\frac{\theta_{min}}{2}\right)}{\frac{\pi}{\lambda} a\ \text{sen}\frac{\theta_{min}}{2}}\right]^2 = \mathbf{0.35}$$