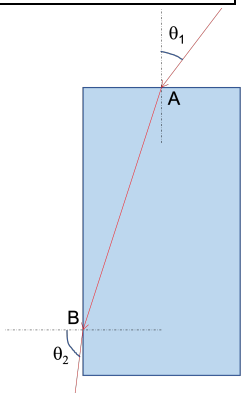
Politecnico di Bari
L3 in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica – Fisica 3
14 Febbraio 2023 – ore 15.00

tempo svolgimento 75 minuti

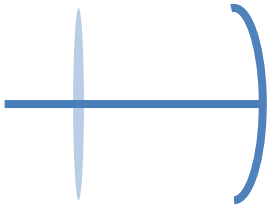
Per conseguire la piena valutazione di ciascuna prova è indispensabile indicare ordinatamente ed in modo esauriente tutti i passaggi necessari a ricavare le formule e calcolare le quantità richieste. Si considera superata la prova se si consegue una votazione almeno pari a 18/30. È obbligatorio rispondere 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]*

Un fascio luminoso attraversa un materiale trasparente come in figura. Sapendo che θ_1=30° e θ_2=79°. Calcolare l'indice di rifrazione del materiale attraversato. Fissato ***n*** al valore trovato in precedenza, per quale valore di θ_1 si ha riflessione totale nel punto ***B***?



Problema 2 *[voto 8/30]*



Si consideri un sistema ottico costituito da una lente convergente sottile, di focale ***f=10 cm***, e da uno specchio ***concavo***, il cui raggio di curvatura è, in modulo, ***|R|=10 cm***, disposti come in figura. Sapendo che l'oggetto si trova a distanza ***p=2 cm*** dalla lente e che la distanza fra la lente e il vertice dello specchio è ***d=f***, ***costruire graficamente l'immagine dell'oggetto*** fornita dal sistema lente-specchio, calcolando la posizione dell'immagine fornita della sola lente e quella finale generata dal sistema, e calcolare l'ingrandimento totale del sistema.

Problema 3 *[voto 8/30]*

Un fascio di luce di lunghezza d'onda ***λ=380 nm*** è usato in un esperimento di Young (interferenza a due fenditure). La distanza fra le fenditure è ***d=0.85 mm***. Lo schermo su cui si osserva la figura di interferenza dista ***L=4 m*** dal piano che contiene le fenditure. Qual è la differenza di fase fra le onde emesse dalle due fenditure in un punto ***P*** che dista, sullo schermo ***Δz=4 mm*** dalla frangia luminosa centrale? Qual è il rapporto tra l'intensità in *P* e l'intensità della frangia centrale?

Quesito 1 *[voto 2/30]*

Supponiamo di avere un fascio di luce NON POLARIZZATO e una lastra di materiale trasparente di indice di rifrazione ***n***. Come si può ottenere un fascio di luce polarizzato?

Quesito 2 *[voto 2/30]*

Cosa è il "limite di diffrazione?

Quesito 3 *[voto 2/30]*

Considerata un'antenna verticale, in quale direzione si ha la massima emissione di onde elettromagnetiche? (argomentare la risposta)

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1

Applichiamo le leggi di Snell al punto di ingresso, ***A***:

$$\text{sen}\,\theta_1 = n \sin \theta'_1 \qquad (1)$$

E poi al punto di uscita, B:

$$n \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta'_1\right) = \sin \theta_2$$

Da cui:

$$n \cos \theta'_1 = \sin \theta_2 \qquad (2)$$

Infine, da (1) e (2) otteniamo:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \tan \theta'_1 \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{\theta'_1 = 0.4711\ rad}$$

E infine, sempre dalla (1):

$$\boldsymbol{n = \frac{sin\,\theta_1}{sin\,\theta'_1} = 1.1016}$$

La riflessione totale in ***B*** si ha quando l'angolo di incidenza in ***B*** è superiore all'angolo limite. Calcoliamo l'angolo limite imponendo che $\boldsymbol{\theta_2}$ sia esattamente uguale a $\boldsymbol{90°}$:

$$n \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta'_1\right) = 1 \quad \Longrightarrow \quad n \cos \theta'_1 = 1$$

E:

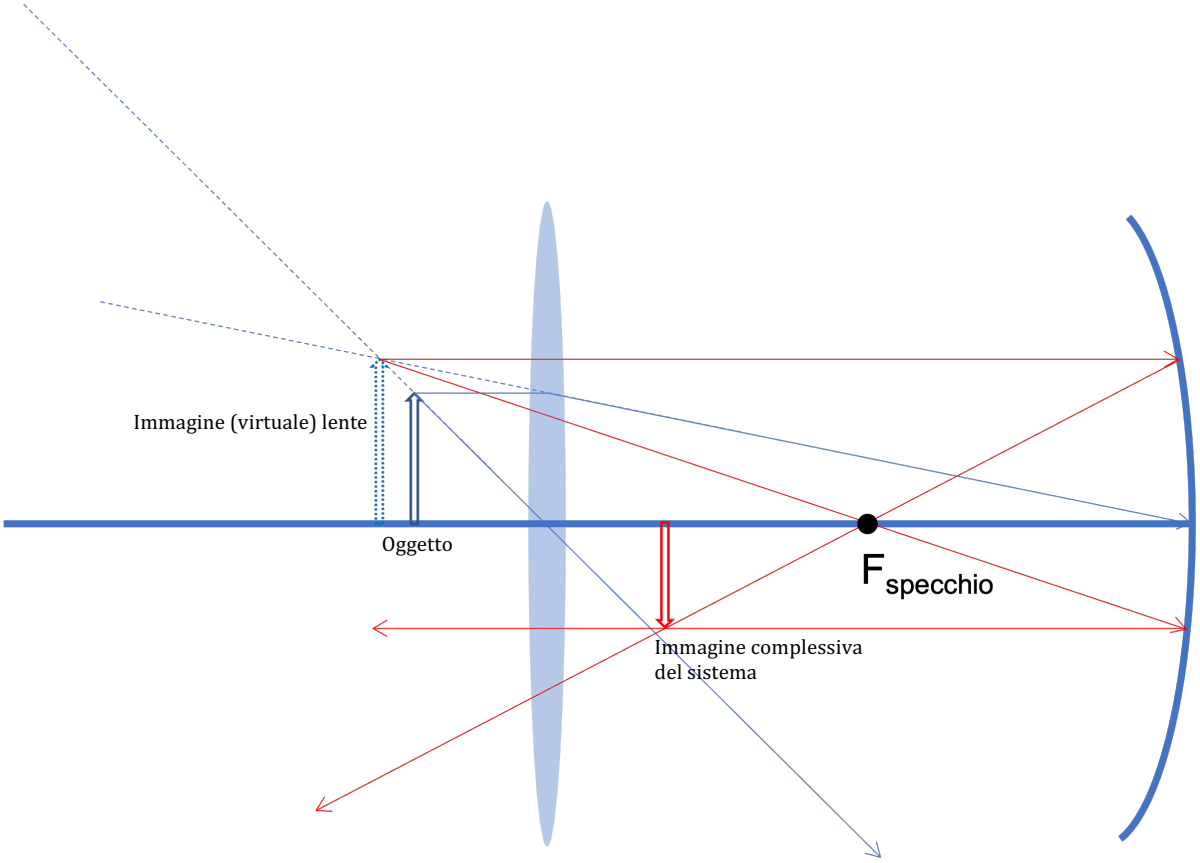
$$\text{n} = \frac{1}{\cos \theta'_1} \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{\theta'_1 = 0.4329\ rad}$$

E dalla (1):

$$sen\,\theta_1 = n\,sin\,\theta'_1 = tan\,\theta'_1 \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{\theta_1 = 0.4804\ rad\ (27.52°)}$$

Problema n.2

Costruzione immagine.



In blu i raggi utilizzati per costruire l'immagine, virtuale (ottenuta dal prolungamento dei raggi) e dritta, generata dalla lente e in rosso i raggi che, a partire dall'immagine virtuale generata dalla lente, permettono di costruire l'immagine generata dallo specchio che risulta reale (ottenuta dall'intersezione dei raggi) e capovolta. Il fuoco della lente coincide con il vertice dello specchio.
Calcoliamo ora le quantità richieste, cominciamo dalla lente:

$$\frac{1}{p_l}+\frac{1}{q_l}=\frac{1}{f}$$

Da cui:

$$\frac{1}{q_l}=\frac{1}{f}-\frac{1}{p_l}=\frac{1}{10}-\frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad q_l=-\frac{5}{2}\,cm=\mathbf{-2.5\ cm}$$

L'ingrandimento è:

$$I_l=\frac{q_l}{p_l}=\frac{-5/2}{2}=-\frac{5}{4}=\mathbf{-1.25}$$

Passiamo ora allo specchio e calcoliamo innanzi tutto la posizione dell'oggetto. Dalla costruzione dell'immagine si vede chiaramente che:

$$p_s=d+|q_l|=\mathbf{12.5\ cm}$$

Inseriamo questo valore nell'equazione degli specchi, ricordando che per uno specchio concavo il raggio di curvatura è negativo, quindi ***R = -10 cm***:

$$\frac{1}{p_s} - \frac{1}{q_s} = -\frac{2}{R}$$

Quindi:

$$\frac{1}{q_s} = \frac{2}{R} + \frac{1}{p_s} = \frac{2}{-10} + \frac{1}{12.5} = -\frac{2}{10} + \frac{2}{25} \implies q_s = -\frac{50}{6}\ cm = \mathbf{-8.34\ cm}$$

L'ingrandimento dello specchio è:

$$I_s = -\frac{q_s}{p_s} = -\frac{-50/6}{25/2} = \frac{2}{3} = \mathbf{0.67}$$

Quello complessivo è:

$$I = |I_l \cdot I_s| = \frac{5}{4} \cdot \frac{2}{3} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6} = \mathbf{0.83}$$

Problema n.3

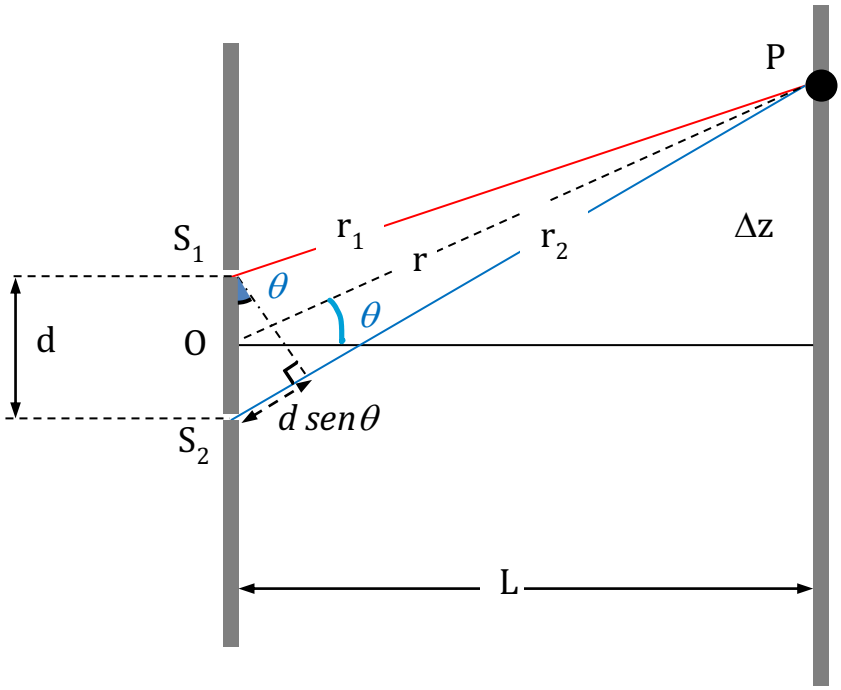
Dobbiamo innanzi tutto determinare l'angolo sotto cui è visto il punto P. Con riferimento alla figura:

$$\theta = arc\ tan\frac{\Delta z}{L} = 9 \times 10^{-4}\ rad$$

L'angolo è quindi molto piccolo e possiamo assumere che $\sin\theta \approx \theta$. La differenza di fase in P sarà:

$$d \cdot \sin\theta = d \cdot \theta = r_2 - r_1$$

E quindi:



$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \frac{2\pi}{\lambda} d \cdot \theta = \mathbf{14.06\ rad}$$

Il rapporto fra l'intensità in P e quella della frangia centrale è:

$$\frac{I_p}{I_{max}} = cos^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) = \mathbf{0.541}$$