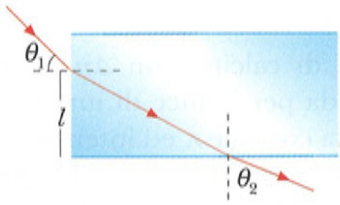
Politecnico di Bari
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica
21 Luglio 2025 – ore 08.30 – Aule D e E

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 $\theta_1=35°$ e $n=1.3$ Calcolare l'angolo θ_2 come indicato in figura. Sapendo che il tempo t impiegato ad attraversare la lastra è $t=4\ ns$, calcolare il valore di l.

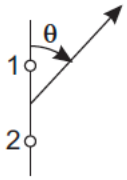


Problema 2 *[voto 8/30]*

Si consideri un sistema ottico costituito da una lente convergente ($f_c= 15\ cm$), una lente divergente ($f_d= -15\ cm$), ed uno specchio **concavo** ($R= -50\ cm$) posti in modo tale che i raggi luminosi incontrano prima la lente convergente, poi la lente divergente e infine lo specchio. Sapendo che le due lenti distano $d=30\ cm$ e che la distanza fra la lente divergente e il vertice dello specchio è $D=70\ cm$, determinare l'ingrandimento complessivo del sistema e costruire graficamente l'immagine di un oggetto posto a distanza $p_1=55\ cm$ dalla prima lente.

Problema 3 *[voto 8/30]*

Consideriamo l'esperimento di Young (vedi figura) con due sorgenti, distanti $d=0.85\ mm$, investite da una radiazione di lunghezza d'onda $\lambda=0.6\ \mu m$. Supponiamo che a parità di intensità massima, la sorgente 2 emetta un'onda che rispetto alla prima è sfasata di $\phi=\pi/3$. In queste condizioni determinare per quali valori di θ si osservano i massimi e i minimi.



Quesito 1 *[voto 2/30]*

Se si ha un'onda elettromagnetica non polarizzata, è possibile agire su di essa in modo da ottenere un'onda (anche di minore intensità) polarizzata e come? (discutere nel dettaglio)

Quesito 2 *[voto 2/30]*

Dimostrare che, per piccoli angoli di incidenza, la profondità apparente di un oggetto posto al di sotto della superficie dell'acqua non dipende dall'angolo di visuale dell'osservatore. (argomentare la risposta)

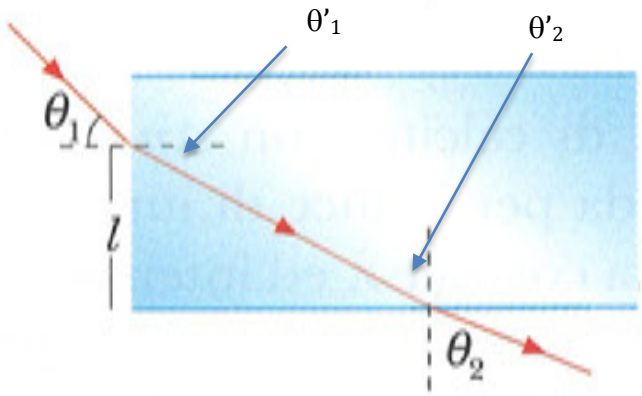
Quesito 3 *[voto 2/30]*

Quali sono le differenze fra interferenza e diffrazione, è possibile avere interferenza senza diffrazione? (argomentare la risposta)

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1

Riportiamo la figura per semplicità e applichiamo la legge di Snell:



$$\frac{\text{sen}\,\theta_1}{\text{sen}\,\theta'_1} = n$$

E anche:

$$\frac{\text{sen}\,\theta_2}{\text{sen}\,\theta'_2} = n$$

Inoltre:

$$\theta'_1 + \theta'_2 = \frac{\pi}{2}$$

Dalla prima equazione ricaviamo $\boldsymbol{\theta'_1}$:

$$\theta'_1 = \sin^{-1}\left(\frac{\text{sen}\,\theta_1}{n}\right) = 0.46\ rad\ (26.2°)$$

Calcoliamo $\boldsymbol{\theta'_2}$:

$$\theta'_2 = \frac{\pi}{2} - \theta'_1 = 1.11\ rad\ (63.8°)$$

E quindi:

$$\text{sen}\,\theta_2 = n \cdot \text{sen}\,\theta'_2 = 1.16$$

Essendo il valore ottenuto superiore a uno, siamo nella condizione per la quale θ'_2 è superiore all'angolo limite e quindi non ci sarà alcun raggio luminoso in uscita.
Per calcolare il valore di ***l***, detta ***H*** la distanza percorsa all'interno della lastra, si vede subito che:

$$l = H\ sen\left(\frac{\pi}{2} - \theta'_1\right) = vt\ sen\left(\frac{\pi}{2} - \theta'_1\right) = \frac{c}{n} t\ sen\left(\frac{\pi}{2} - \theta'_1\right) = \mathbf{0.83\ m}$$

Problema n.2

L'oggetto posto a distanza $\boldsymbol{p_1}$***=55 cm*** dalla prima lente, usando l'equazione delle lenti ricaviamo l'immagine prodotta dalla prima lente:

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f_c}$$

Da cui:

$$q_1 = \frac{p_1 \cdot f_c}{p_1 - f_c} = \frac{165}{8} = 20.625\ cm$$

Poiché la seconda lente, divergente, risulta essere a distanza ***d=30 cm*** dalla prima, l'immagine generata dalla prima lente, che costituisce l'oggetto della seconda, si formerà a distanza:

$$p_2 = d - q_1 = \frac{75}{8} = 9.375\ cm$$

L'oggetto si troverà fra il fuoco e la lente. Calcoliamo la posizione dell'immagine, sempre a partire dall'equazione delle lenti:

$$q_2 = \frac{p_2 \cdot f_d}{p_2 - f_d} = -\frac{75}{13} = -5.77\ cm$$

Ancora una volta calcoliamo la posizione dell'oggetto per lo specchio:

$$p_3 = D - q_2 = \frac{985}{13} = 75.77\ cm$$

Calcoliamo infine l'immagine fornita dallo specchio. Partiamo dall'equazione:

$$\frac{1}{p_3} - \frac{1}{q_3} = -\frac{2}{R}$$

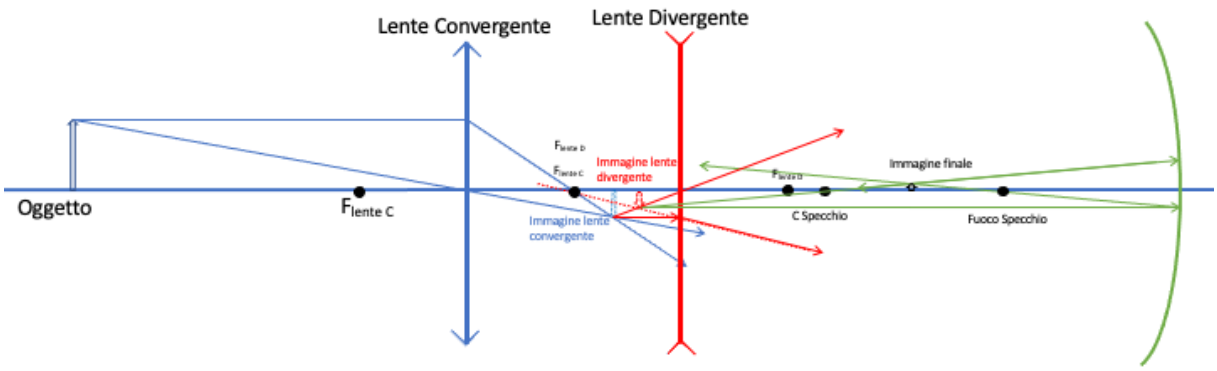
Da cui:

$$q_3 = \frac{p_3 \cdot R}{2p_3 + R} = -\frac{4925}{132} = -37.31\ cm$$

L'immagine si forma davanti allo specchio. Calcoliamo l'ingrandimento complessivo:

$$I = I_1 \cdot I_2 \cdot I_3 = \frac{q_1}{p_1} \cdot \frac{q_2}{p_2} \cdot \left(-\frac{q_3}{p_3}\right) = \frac{\frac{165}{8}}{55} \cdot \frac{-\frac{75}{13}}{\frac{75}{8}} \cdot \left(-\frac{-\frac{4925}{132}}{\frac{985}{13}}\right) = -\frac{5}{44} = \mathbf{-0.11}$$

La costruzione dell'immagine è la seguente. In BLU i raggi relativi alla lente convergente, in ROSSO quelli della lente divergente e in VERDE quelli dello specchio.

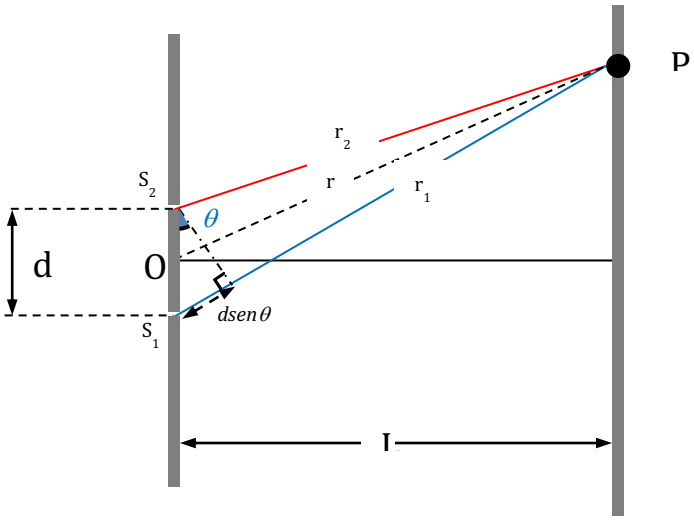


Problema n.3

Nell'esperimento di Young, vedi figura, la condizione per cui si ha un massimo di interferenza è:

$$\frac{2\pi}{\lambda} d \sin\theta = 2m\pi$$

(Si noti che l'angolo indicato in figura è preso in modo complementare rispetto a quello della figura della traccia. Nel caso si voglia usare l'angolo indicato nella figura della traccia basta sostituire la funzione seno con la funzione coseno).



Mentre la condizione per i minimi è:

$$\frac{2\pi}{\lambda} d \sin\theta = (2m' + 1)\pi$$

Nel nostro caso però, le due sorgenti hanno una differenza di fase iniziale pari a $\pi/3$ di cui si deve tenere conto, quindi le equazioni si trasformano in:

$$\frac{2\pi}{\lambda} d \sin\theta + \frac{\pi}{3} = 2m\pi$$

e:

$$\frac{2\pi}{\lambda} d \sin\theta + \frac{\pi}{3} = (2m' + 1)\pi$$

Rielaborando:

$$sin\,\theta = \left(m - \frac{1}{6}\right)\frac{\lambda}{d} \quad (massimi)$$

E anche:

$$sin\,\theta = \left(m' + \frac{1}{2} - \frac{1}{6}\right)\frac{\lambda}{d} \quad (minimi)$$

Poichè:

$$\frac{\lambda}{d} = 0.7 \times 10^{-3}$$

Calcoliamo i valori massimi che possono assumere ***m*** ed ***m'*** imponendo che il valore della funzione seno sia 1.

$$1 = \left(m - \frac{1}{6}\right)\frac{\lambda}{d} \quad (massimi)$$

e:

$$1 = \left(m' + \frac{1}{2} - \frac{1}{6}\right)\frac{\lambda}{d} \quad (minimi)$$

Si vede subito che:

$$m = \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{6} \quad (massimi)$$

E:

$$m' = \frac{d}{\lambda} - \frac{1}{3} \quad (minimi)$$

Ora:

$$\frac{d}{\lambda} + \frac{1}{6} = 1428.73$$

E:

$$\frac{d}{\lambda} - \frac{1}{3} = 1428.23$$

Avremo quindi 1428 massimi e 1428 minimi.