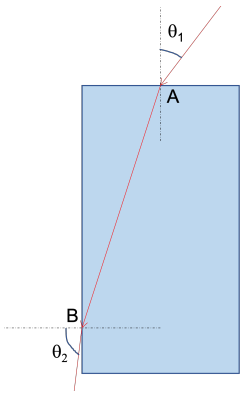
Politecnico di Bari
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica
24 Aprile 2026 – ore 08.30 – Aula A

tempo svolgimento 2h

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

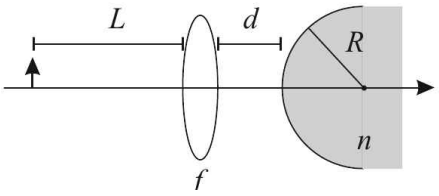
Problema 1 *[voto 8/30]*

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]*

In figura è illustrato un sistema ottico costituito da una lente sottile convergente e un diottro sferico. Sapendo che la focale della lente è ***f=4 cm***, che ***d=2 cm,*** che ***R=4 cm*** e che l'indice di rifrazione del diottro è ***n=1.5***, **costruire l'immagine** di un oggetto posto a distanza ***p=L=10 cm*** a sinistra della lente. Calcolare inoltre l'ingrandimento complessivo del sistema ottico.



Problema 3 *[voto 8/30]*

Un fascio di luce di lunghezza d'onda ***λ=512 nm*** è usato in un esperimento di Young (interferenza a due fenditure). La distanza fra le fenditure è ***d=0.75 mm***. Lo schermo su cui si osserva la figura di interferenza dista ***L=5 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=6 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]*
Se siete sdraiati al sole perché vi accorgete dell'energia elettromagnetica che ricevete e non della pressione che essa esercita sul vostro corpo? (argomentare la risposta)

Quesito 2 *[voto 2/30]*
Supponete di avere una recinzione costituita da sbarre metalliche verticali di spessore 5 cm, distanti fra loro 30 cm. Che frequenza deve avere un'onda che investe tale recinzione per produrre effetti di interferenza/diffrazione? (argomentare la risposta)

Quesito 3 *[voto 2/30]*
L'immagine di una sorgente puntiforme lontana che si forma nel piano focale di una lente caratterizzata dal rapporto *f/D* (focale/apertura) è un dischetto. Da cosa dipende il diametro di questo dischetto? (argomentare la risposta)
SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1

Applichiamo le leggi di Snell al punto di ingresso, $\boldsymbol{A}$:

$$\text{sen}\,\theta_1 = n \sin \theta'_1 \tag{1}$$

E poi al punto di uscita, B:

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

Da cui:

$$n \cos \theta'_1 = \sin \theta_2 \tag{2}$$

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

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \tan \theta'_1 \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{\theta'_1 = 0.47\ rad}$$

E infine, sempre dalla (1):

$$\boldsymbol{n = \frac{sin\,\theta_1}{sin\,\theta'_1} = 1.10}$$

La riflessione totale in $\boldsymbol{B}$ si ha quando l'angolo di incidenza in $\boldsymbol{B}$ 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:

$$\cos \theta'_1 = \frac{1}{\text{n}} \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{\theta'_1 = 0.43\ rad}$$

E dalla (1):

$$sen\,\theta_1 = n\,sin\,\theta'_1 = tan\,\theta'_1 \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{\theta_1 = 0.48\ rad}$$

Problema n.2

Determiniamo l'immagine prodotta dalla lente sottile:

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

Da cui:

$$q_l = \frac{fL}{L - f} = \boldsymbol{6.67\ cm}$$

L'immagine della lente è l'oggetto del diottro, la cui equazione è:

$$\frac{n_1}{p_d} + \frac{n_2}{q_d} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

Nel nostro caso, $\boldsymbol{n_1 = 1}$ (il sistema è in aria), $\boldsymbol{n_2 = n}$ (indice di rifrazione del diottro), $\boldsymbol{R}$ è il raggio di curvatura del diottro e infine $\boldsymbol{p_d = d - q_l = -4.67\ cm}$**:**

$$\frac{1}{d - q_l} + \frac{n}{q_d} = \frac{n-1}{R} \quad \Rightarrow \quad q_d = \frac{nR(d - q_l)}{(n-1)(d - q_l) - R} = \mathbf{4.42\ cm}$$

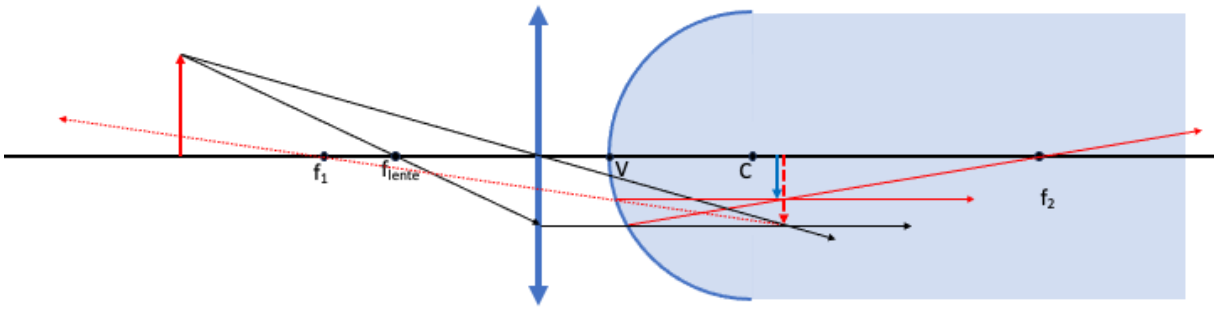
Per la costruzione dell'immagine ci serve la posizione dei fuochi del diottro che sono dati da:

$$f_1 = \frac{n_1}{n_2 - n_1} R \qquad f_2 = \frac{n_2}{n_2 - n_1} R$$

Da cui:

$$f_1 = \frac{1}{(n-1)} R = \mathbf{8\ cm} \quad e \quad f_2 = \frac{n}{(n-1)} R = \mathbf{12\ cm}$$

Il fuoco $\boldsymbol{f_1}$ si trova a sinistra del vertice **V** del diottro, mentre il fuoco $\boldsymbol{f_2}$ si trova a destra del vertice **V**.
(In ROSSO, linea tratteggiata, l'immagine della sola lente che è l'oggetto del diottro, in BLU l'immagine finale del sistema)



L'ingrandimento trasversale (in modulo) è il prodotto dell'ingrandimento dei singoli sistemi ottici:

$$I = I_{lente} \cdot I_{diottro} = \left(-\frac{q_l}{p_l}\right) \frac{n_1 q_d}{n_2 p_d}$$

Che nel nostro caso diventa:

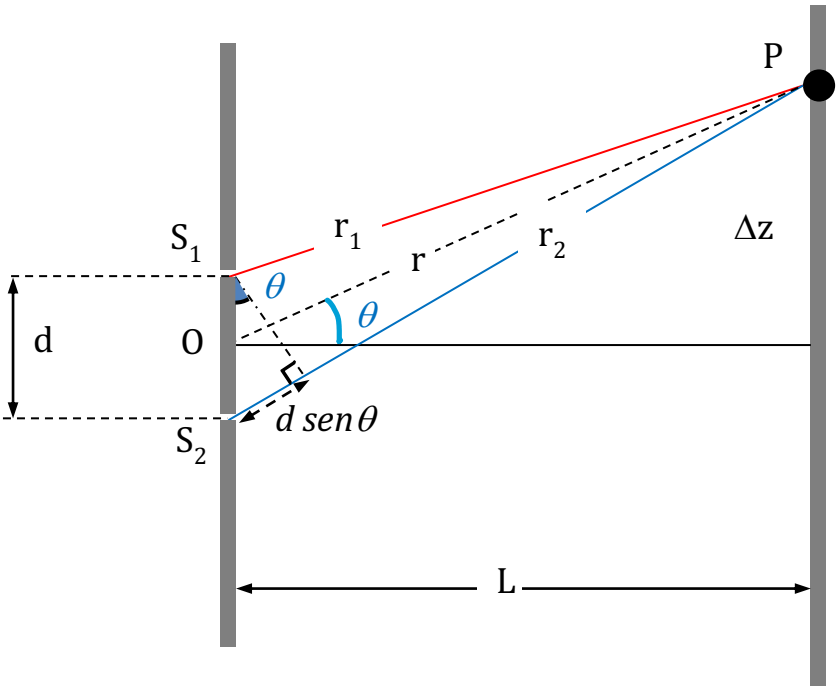
$$I = \left(-\frac{q_l}{L}\right)\frac{q_d}{n(d-q_l)} = \mathbf{0.42}$$

Osservazione: *L'immagine della lente, che costituisce l'oggetto per il diottro è all'interno del diottro. Per il diottro, quindi, l'oggetto è virtuale. Tuttavia, l'indice di rifrazione da usare nel primo termine dell'equazione del diottro (n_I/p) è $n_I=1$ perché lo spazio immagine è comunque in aria e quell'indice di rifrazione non dipende dalla natura virtuale o reale dell'oggetto.*

Problema n.3

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

$$\theta = arc\ tan\frac{\Delta z}{L} = 0.0012\ rad$$



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:

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \frac{2\pi}{\lambda} d \cdot \theta = \mathbf{11.04\ rad}$$

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

$$\frac{I_p}{I_{max}} = cos^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) = \mathbf{0.524}$$