Politecnico di Bari
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica (M-Z)
14 gennaio 2026 – ore 08.30 – Aula A e C

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]*
Consideriamo un recipiente appoggiato su un tavolo. Sul fondo del recipiente vi è uno strato di materiale solido, trasparente, il cui indice di rifrazione è $n_2=1.7$, di spessore $d=25$ cm. Sopra tale strato è posto un secondo strato di materiale il cui indice di rifrazione è $n_1=2.3$, di spessore D. Un raggio luminoso arriva sullo strato superiore con un angolo di incidenza $\theta_1=65°$. Sapendo che il raggio impiega lo stesso tempo per attraversare entrambi gli strati, determinare lo spessore D dello strato superiore.

Problema 2 *[voto 8/30]*
Supponiamo di avere un oggetto e di volerne ottenere un'immagine ingrandita ***sei volte*** utilizzando uno specchio sferico. Sapendo che l'immagine è reale e si forma a $L=4.2$ m dall'oggetto, calcolare p, q e il raggio di curvatura R dello specchio, precisando se si tratta di uno specchio concavo o convesso.

Problema 3 *[voto 8/30]*
Un'onda piana ($\lambda= 550$ nm) incide ortogonalmente su uno schermo su cui sono state aperte due fenditure parallele. Una lente ($f=75$ cm) è posta immediatamente dopo le fenditure in modo che la figura di interferenza si formi su uno schermo che si trova nel piano focale della lente. Sapendo che la distanza fra due frange successive è $\Delta x=3$ mm, determinare:

a. La distanza tra le fenditure;
b. la larghezza delle fenditure, osservando che, a causa della diffrazione, il massimo di interferenza di ordine $m=7$ non è visibile.

Sapendo inoltre che, se si pone una lamina di spessore uniforme ($s=30$ μm) davanti ad una delle fenditure si osserva uno spostamento delle frange di $N=40$ ***ordini***, determinare l'indice di rifrazione del materiale.

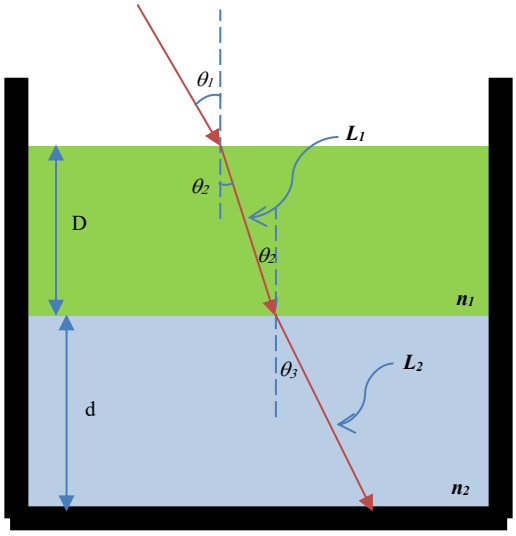
Quesito 1 *[voto 2/30]*
Da cosa deriva che le onde elettromagnetiche possono essere solo trasversali? (discutere nel dettaglio)

Quesito 2 *[voto 2/30]*
Cosa è l'asse ottico di un polarizzatore? (discutere nel dettaglio)

Quesito 3 *[voto 2/30]*
Cosa è il criterio di Rayleigh e a cosa si applica? (argomentare la risposta)

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1



Se $\boldsymbol{\theta_1}$ è l'angolo con cui la luce incide sullo strato superiore e $\boldsymbol{\theta_2}$ l'angolo del fascio rifratto:

$$\text{sen}\,\theta_1 = n_1\,\text{sen}\,\theta_2 \quad \Longrightarrow \quad \text{sen}\,\theta_2 = \frac{\text{sen}\,\theta_1}{n_1}$$

Da cui:

$$\boldsymbol{\theta_2 = 23.2°}$$

Alla superficie di separazione fra i due materiali avremo una ulteriore rifrazione e chiamando $\boldsymbol{\theta_3}$ l'angolo dopo la seconda rifrazione:

$$n_1\text{sen}\,\theta_2 = n_2\,\text{sen}\,\theta_3 \quad \Longrightarrow \quad \text{sen}\,\theta_3 = \frac{n_1\text{sen}\,\theta_2}{n_2} = \frac{\text{sen}\,\theta_1}{n_2} \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{\theta_3 = 32.2°}$$

Il tempo impiegato per attraversare lo strato superiore sarà:

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1} = \frac{D/\cos\theta_2}{c/n_1}$$

Mentre per il secondo:

$$t_2 = \frac{L_2}{v_2} = \frac{d/\cos\theta_3}{c/n_2}$$

Dovendo essere uguali:

$$t_1 = t_2 \quad \Longrightarrow \quad \frac{\frac{D}{\cos\theta_2}}{\frac{c}{n_1}} = \frac{\frac{d}{\cos\theta_3}}{\frac{c}{n_2}} \quad \Longrightarrow \quad D\frac{n_1}{\cos\theta_2} = d\frac{n_2}{\cos\theta_3}$$

E quindi:

$$\boldsymbol{D = d\frac{n_2}{n_1}\frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_3} = 20.1\,cm}$$

Problema n.2

Il problema ci dice che l'immagine è reale, quindi si forma prima dello specchio. Ne consgue che $\boldsymbol{q<0}$. Dalla relazione che fornisce l'ingrandimento per uno specchio:

$$I = -\frac{q}{p} = 6$$

Otteniamo che $p = -{}^{q}/_{6}$.
Possiamo quindi scrivere l'equazione dello specchio:

$$\frac{1}{p}-\frac{1}{q}=-\frac{2}{R} \quad \Longrightarrow \quad -\frac{6}{q}-\frac{1}{q}=-\frac{2}{R} \quad \Longrightarrow \quad \frac{7}{q}=\frac{2}{R} \quad \Longrightarrow \quad R=\frac{2}{7}q$$

Essendo l'immagine reale (l'immagine si forma quando si intersecano i raggi luminosi riflessi dallo specchio), si formerà davanti allo specchio. Ricapitolando, abbiamo che:

1) la distanza fra oggetto ed immagine è $\boldsymbol{L}$;
2) l'immagine è più lontana dallo specchio rispetto all'oggetto, $q=-6p$ e quindi $|q|=6p$.

In definitiva:

$$|q|-p=L \quad \Longrightarrow \quad 5p=L \quad \Longrightarrow \quad p=\frac{L}{5}=\mathbf{0.84\ cm}$$

$$q=-6p=\mathbf{-5.04\ cm}$$

$$R=\frac{2}{7}q=\mathbf{-1.44\ cm}$$

Essendo R minore di zero lo specchio è concavo.

Problema n.3

Il massimo di interferenza di ordine $\boldsymbol{m}$ si calcola dalla formula:

$$d\cdot sen\theta_m=m\lambda \quad \xRightarrow{angolo\ piccolo} \quad \theta_m=\frac{m\lambda}{d}$$

La distanza, sullo schermo, fra due frange successive è data da:

$$\Delta x=f(\theta_{m+1}-\theta_m)=f\left((m+1)\frac{\lambda}{d}-m\frac{\lambda}{d}\right)=f\frac{\lambda}{d}$$

Da cui otteniamo:

$$\boldsymbol{d=f\frac{\lambda}{\Delta x}=0.14\ mm}$$

Sappiamo che il minimo di diffrazione si trova a partire dall'espressione:

$$a\cdot sen\theta_{m'}=m'\lambda \quad \xRightarrow{angolo\ piccolo} \quad \theta_{m'}=\frac{m'\lambda}{a}$$

Dove $\boldsymbol{a}$ è la larghezza delle fenditure.

Se il massimo di interferenza di ordine $\boldsymbol{m=7}$ non è visibile, deve accadere che tale massimo coincide con il minimo di diffrazione di ordine $\boldsymbol{m'=1}$, quindi abbiamo che:

$$\theta_{m'=1}=\frac{\lambda}{a}=\theta_{m=8}=\frac{7\lambda}{d} \quad \Longrightarrow \quad \frac{\lambda}{a}=\frac{7\lambda}{d} \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{a=\frac{d}{7}=20.0\ \mu m}$$

Infine, sapendo che il posizionamento di una lastra davanti ad una delle due fenditure provoca uno spostamento dei massimi di ***40 ordini***. La differenza di fase introdotta dalla lamina sarà:

$$\Delta\phi=\frac{2\pi}{\lambda}ns-\frac{2\pi}{\lambda}s=\frac{2\pi}{\lambda}(n-1)s$$

E anche:

$$\Delta\phi = 40 \cdot 2\pi$$

Da cui:

$$\frac{2\pi}{\lambda}(n-1)s = 40 \cdot 2\pi \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{n = \frac{40\lambda}{s} + 1 = 1.73}$$