Politecnico di Bari
L3 in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica
5 Giugno 2023 – ore 08.30

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 *(Mazzoldi 12.16)* ***[voto 8/30]***
Si consideri un diottro sferico concavo (***R=20 cm, n_2=2.00)*** immerso in un liquido il cui indice di rifrazione è ***n_1=1.5***. Poniamo ora un oggetto sull'asse ottico a distanza ***p=40 cm*** dal vertice ***V*** del diottro, determinare la posizione dell'immagine e l'ingrandimento trasversale ***I***. Eseguire la costruzione dell'immagine precisando se l'immagine sia dritta o capovolta e se sia virtuale o reale.

Problema 2 *(Mazzoldi 14.16)* ***[voto 8/30]***
Si consideri un reticolo di diffrazione illuminato con radiazione di lunghezza d'onda ***λ=0.6 μm.*** Appena dopo il reticolo è posta una lente convergente (***f=50 cm***) in modo che la figura di diffrazione si formi nel piano focale della lente. Sapendo che:

- la riga relativa al massimo principale del secondo ordine si trova a ***y_2=1 cm*** dal centro;
- la riga del sesto ordine manca;
- la riga centrale è larga ***Δy = 10 μm***;

calcolare (assumere che gli angoli siano piccoli):

a) la distanza ***d*** fra le fenditure e la larghezza ***a*** delle fenditure,
b) La larghezza ***L*** del reticolo e il numero ***N*** di fenditure.

Problema 3 *(Mazzoldi 10.7 modificato)* ***[voto 8/30]***
Una sorgente di luce non monocromatica, puntiforme, emette luce con potenza ***$\mathcal{P}$=80 W***. Supponiamo di trovarci a ***R=4 m*** dalla sorgente, calcolare:

1) l'intensità ***I*** e il valore di ***E_0*** e ***B_0***;
2) la forza ***F*** esercitata su un disco di raggio ***r=10 cm***, la cui superficie sia riflettente al ***50%*** (assumere che la superficie del disco sia ortogonale alla direzione di propagazione della luce proveniente dalla sorgente).

Quesito 1 *[voto 2/30]*
Qual è la differenza fra un'onda longitudinale ed una trasversale? (argomentare la risposta)

Quesito 2 *[voto 2/30]*
Cosa è il criterio di Rayleigh? (argomentare la risposta)

Quesito 3 *[voto 2/30]*
Cosa è l'effetto Doppler? (argomentare la risposta)

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1

Sappiamo che per un diottro sferico vale la formula:

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

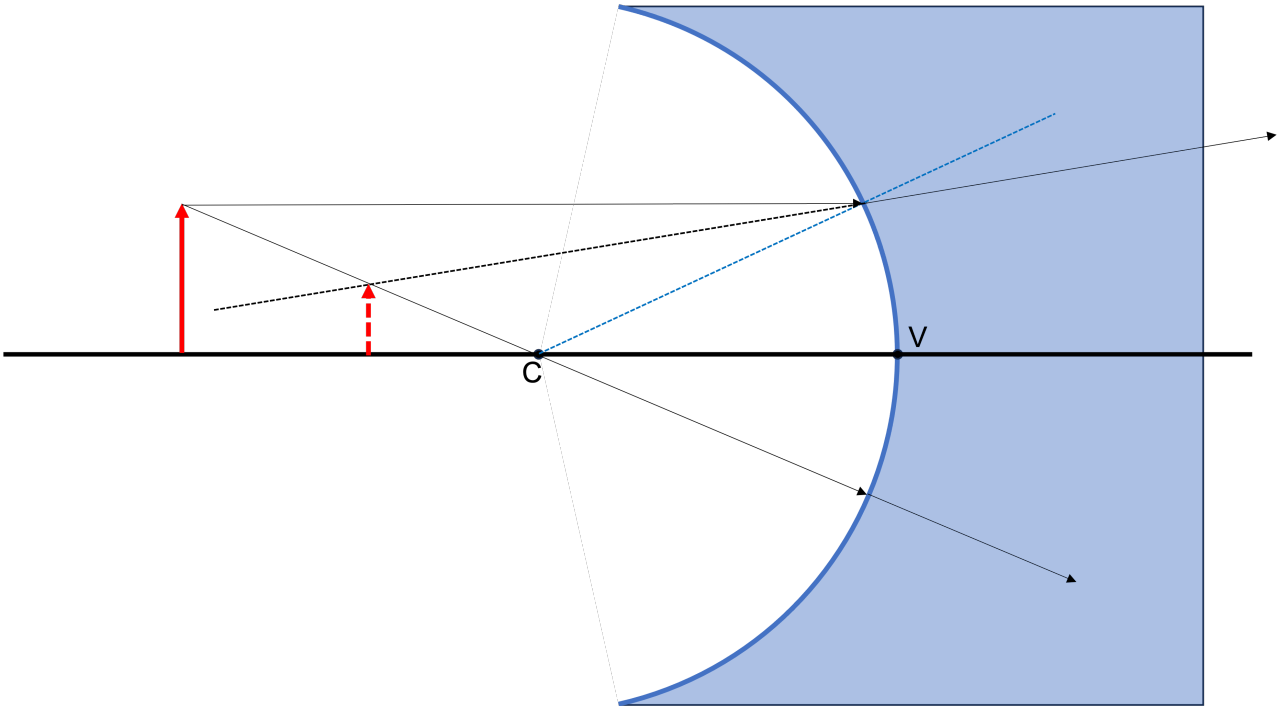
da cui otteniamo (diottro concavo significa ***R<0***):

$$\frac{1.5}{40}+\frac{2}{q}=-\frac{2-1.5}{20}$$

Da cui:

$$\boldsymbol{q=-32\ cm}$$

Essendo ***q*** negativo l'immagine si forma nello spazio oggetto e quindi è sicuramente ***virtuale***. La costruzione dell'immagine ci assicura che è ***dritta.***



L'ingrandimento sarà quindi:

$$I=\frac{n_1}{n_2}\frac{q}{p}=\frac{1.5}{2}*\frac{-32}{40}=\mathbf{-0.6}$$

Problema n.2

La posizione angolare del massimo del secondo ordine (***m=2***) è:

$$dsen\theta_2=2\lambda$$

Da cui:

$$sen\theta_2 \approx \theta_2 = 2\frac{\lambda}{d}$$

Ma anche (la figura si forma nel piano focale della lente):

$$tg\theta_2 \approx \theta_2 = \frac{y_2}{f}$$

Da cui:

$$\frac{y_2}{f} = 2\frac{\lambda}{d} \implies \boldsymbol{d = 2\frac{\lambda f}{y_2} = 60\ \mu m}$$

Il problema ci dice che manca la riga del sesto ordine (***m=6***), quindi abbiamo:

$$m = \frac{d}{a} \implies \boldsymbol{a = \frac{d}{m} = 10\ \mu m}$$

La larghezza angolare della riga centrale è data da:

$$\Delta\theta_m = \frac{2\lambda}{Ndcos\theta_m}$$

Che per angoli piccoli ($cos\theta_m = 1$) diventa:

$$\Delta\theta_m = \frac{2\lambda}{Nd} = \frac{2\lambda}{L}$$

Noi conosciamo la larghezza geometrica della riga centrale nel piano focale della lente:

$$\Delta\theta_m = \frac{\Delta y}{f}$$

Da cui:

$$\frac{2\lambda}{L} = \frac{\Delta y}{f} \implies \boldsymbol{L = \frac{2\lambda f}{\Delta y} = 6\ cm}$$

Calcoliamo N:

$$\boldsymbol{N = \frac{L}{d} = 1000\ righe}$$

<u>Problema n.3</u>

Calcoliamo l'intensità, assumendo che la sorgente puntiforme stia irradiando con simmetria sferica:

$$\boldsymbol{I = \frac{\mathcal{P}}{4\pi R^2} = 0.4\ \frac{W}{m^2}}$$

Sapendo poi che:

$$I = \frac{1}{2}c\varepsilon_0 E_0^2$$

Otteniamo:

$$\boldsymbol{E_0 = \sqrt{\frac{2I}{c\varepsilon_0}} = 17.36\ \frac{V}{m}}$$

E:

$$\boldsymbol{B_0 = \frac{E_0}{c} = 57,86\ nT}$$

Considerando la superficie parzialmente riflettente, la pressione di radiazione sul disco sarà:

$$p = \left(1 + \frac{1}{2}\right)\frac{I}{c} = \frac{3I}{2c}$$

E infine, detta $\boldsymbol{S}$ l'area del disco, la forza è:

$$\boldsymbol{F = pS = \frac{3I}{2c}\pi r^2 = 62.83 \cdot 10^{-12}\ N = 62,83\ pN}$$