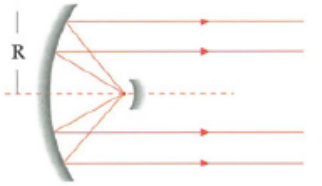
Politecnico di Bari
L3 in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica
17 giugno 2025 – ore 08.30 aula G

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]*



Una sorgente di microonde produce impulsi di frequenza ***f=5 GHz*** e durata ***Δt=2 ns***. Al fine di ottenere un fascio di microonde il cui fronte d'onda è piano, la sorgente, assunta puntiforme, è posta nel fuoco focale di un paraboloide conduttore di apertura ***2R=30 cm***. La potenza media di ogni impulso è ***P= 50 kW***. Calcolare: a) la lunghezza d'onda del fascio di microonde; b) l'energia totale di ciascun impulso; c) l'intensità del fascio di microonde; d) l'ampiezza del campo elettrico e del campo magnetico; e) la forza F esercitata durante un impulso su una superficie perfettamente riflettente ortogonale al fascio.

Problema 2 *[voto 8/30]*

Un oggetto è posto di fronte ad una lente sottile di focale ***f=12 cm***. Dall'altra parte della lente è posto uno specchio sferico concavo il cui raggio di curvatura è ***R= -30 cm*** e il cui vertice dista ***d=40 cm*** dalla lente. Sapendo che l'oggetto è posto a distanza ***p=3f***, trovare la posizione ***q*** dell'immagine fornita dal sistema lente-specchio, l'ingrandimento complessivo ***I*** e costruire graficamente l'immagine fornita dal sistema.

Problema 3 *[voto 8/30]*

Abbiamo un reticolo di diffrazione di lunghezza ***L=4 cm*** che è costituito da ***N=10000*** di larghezza ***d=0.8 μm***. Il reticolo è illuminato con luce di lunghezza d'onda ***λ=632 nm*** che, dopo aver attraversato il reticolo, viene osservata su un piano posto nel piano focale di una lente di lunghezza focale ***f=10 cm***. Calcolare la posizione delle frange del primo e del secondo ordine, la loro ***larghezza angolare*** e il numero di frange osservabili.

Quesito 1 *[voto 2/30]*

Cosa è il vettore di Poynting e quali sono le sue dimensioni? (argomentare la risposta)

Quesito 2 *[voto 2/30]*

Nello studio della rifrazione, cosa è l'angolo limite e come si calcola? (argomentare la risposta)

Quesito 3 *[voto 2/30]*

Una radiazione luminosa di lunghezza d'onda fissa investe un reticolo di diffrazione di larghezza L e numero N di fenditure. Supponiamo ora di raddoppiare il numero di fenditure, come cambia la figura di diffrazione?

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1

Calcoliamo la lunghezza d'onda (a):

$$\lambda = \frac{c}{f} = \mathbf{6 \cdot 10^{-2}\ m}$$

E l'energia (b):

$$U = P \cdot \Delta t = \mathbf{10^{-4}\ J}$$

L'intensità (c):

$$I = \frac{P}{\pi R^2} = \mathbf{7.07 \cdot 10^{5}\ \frac{W}{m^2}}$$

Per il campo elettrico (d), partiamo da:

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

Ricaviamo E:

$$E_0 = \sqrt{\frac{2I}{c\varepsilon_0}} = \mathbf{2.31 \cdot 10^{4}\ \frac{V}{m}}$$

B sarà:

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = \mathbf{76.9 \cdot 10^{-6}\ T}$$

Infine, calcoliamo la forza (e), esercitata dalla pressione di radiazione sulla superficie perfettamente riflettente. Partiamo dalla pressione di radiazione:

$$p = \frac{2I}{c} = \frac{2P}{\pi c R^2}$$

La forza è:

$$F = pS = \frac{2P}{\pi c R^2} \cdot \pi R^2 = \frac{2P}{c} = \mathbf{3.34 \cdot 10^{-4}\ N}$$

Problema n.2

Cominciamo dalla lente:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

Da cui:

$$\frac{1}{3f} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

E infine:

$$q = \frac{3}{2} f = \mathbf{18\ cm}$$

L'immagine è reale e capovolta e si forma a distanza $\boldsymbol{p_s}$ dallo schermo:

$$p_s = d - q = \mathbf{22\ cm}$$

Essendo il raggio di curvatura *R= -30 cm*, l'immagine della lente, che costituisce l'oggetto per lo specchio si troverà fra il centro C e il fuoco F dello specchio. Calcoliamo la posizione dell'immagine generata dallo specchio partendo dall'equazione dello specchio:

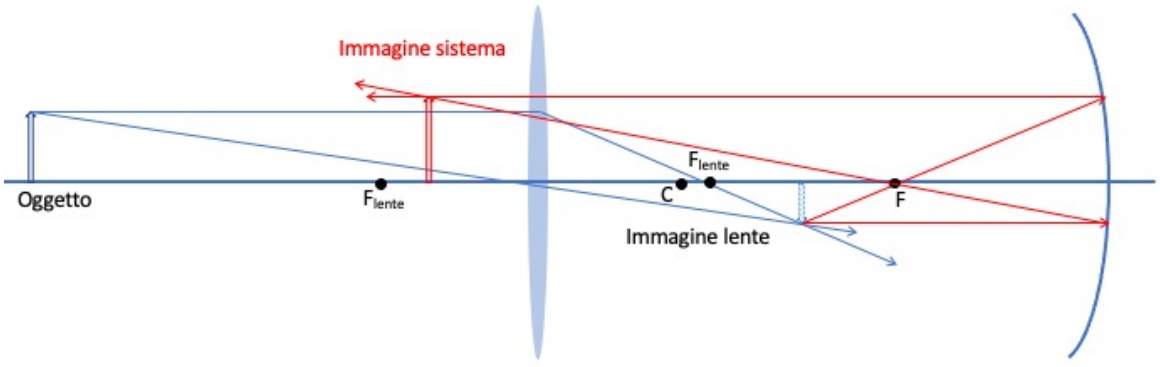
$$\frac{1}{p_s} - \frac{1}{q_s} = -\frac{2}{R}$$

Da cui:

$$q_s = \frac{p_s R}{2p_s + R} = \mathbf{-47.15\ cm}$$

Essendo q_s minore di zero l'immagine si formerà nello spazio oggetto cioè davanti allo specchio. Per la precisione l'immagine si forma ad una distanza dallo specchio superiore a ***d***, quindi si forma prima della lente. L'immagine finale del sistema è quindi ***reale***.
L'ingrandimento sarà quindi:

$$I = \frac{q}{p} \cdot \left(-\frac{q_s}{p_s}\right) = \frac{18}{36} \cdot \left(-\frac{-47.15}{22}\right) = \mathbf{1.07}$$



<u>Problema n.3</u>

Detta $h = \frac{L}{N}$ la distanza fra le fenditure (passo del reticolo), la posizione dei massimi è data da (***m***=ordine del massimo):

$$h \sin \theta_m = m\lambda$$

da cui otteniamo:

$$\sin \theta_1 = \frac{\lambda}{h} \quad e \quad \sin \theta_2 = \frac{2\lambda}{h}$$

E quindi:

$$\sin \theta_1 = \frac{N\lambda}{L} = \mathbf{0.1587\ rad} \quad e \quad \sin \theta_2 = \frac{2N\lambda}{L} = \mathbf{0.3215\ rad}$$

Sapendo che l'immagine su forma sul piano focale della lente:

$$y_1 = f \tan \theta_1 = \mathbf{0.16\ cm} \quad e \quad y_2 = f \tan \theta_2 = \mathbf{0.33\ cm}$$

La larghezza dei massimi principali è data da:

$$\Delta\theta = \frac{2\lambda}{Nh \cos \theta}$$

Nel nostro caso:

$$\Delta\theta_1 = \frac{2\lambda}{Nh \cos \theta_1} = \mathbf{3.20 \times 10^{-5}\ rad} \quad e \quad \Delta\theta_2 = \frac{2\lambda}{Nh \cos \theta_2} = \mathbf{3.33 \times 10^{-5}\ rad}$$

Infine, il massimo ordine visibile sarà dato da:

$$m < \frac{h}{d} = 5$$

Il numero totale di massimi visibili è ***9*** corrispondenti a ***m=-4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4***.