Politecnico di Bari
L3 in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica – Fisica Sperimentale
19 Gennaio 2023 – ore 08.30 - Aule A e C

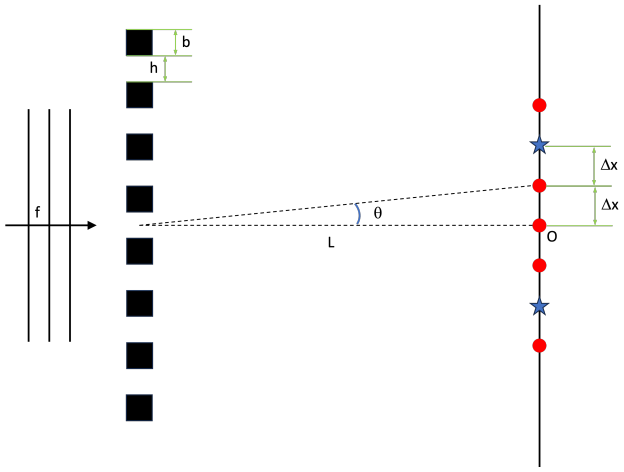
tempo svolgimento 75 minuti

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]*
Una lampadina emette radiazione, isotropicamente, con una potenza ***P=400 W***. Calcolare, a distanza ***r=12 m***: 1) l'intensità ***I***; 2) il valore di ***E*** e ***B***; 3) la forza esercitata su un piccolo disco di diametro ***d=5 cm***, che ***riflette*** il ***30%*** della radiazione, posto ortogonalmente alla direzione di propagazione della radiazione elettromagnetica.

Problema 2 *[voto 8/30]*
Abbiamo un sistema ottico costituito da una lente divergente (***f=-10 cm***) e da uno specchio concavo (***R = -30 cm***). Sapendo che la distanza fra la lente e lo specchio è ***d=30 cm***, costruire l'immagine prodotta da un oggetto posto a distanza ***p=8 cm*** dalla lente e calcolare l'ingrandimento complessivo, in valore assoluto, del sistema.

Problema 3 *[voto 8/30]*
La grata di una recinzione può agire come un reticolo per onde radio. Consideriamo quindi una grata, vedi figura, molto estesa costituita da sbarre verticali, equidistanti ***h*** e di spessore ***b***. La grata è investita da un'onda radio piana e monocromatica di frequenza ***f=50 GHz***. Ad una distanza ***L=300 m*** dalla grata, utilizzando una opportuna apparecchiatura, su un piano parallelo alla grata, si misura un segnale solo in alcune posizioni (indicate in figura con un cerchio rosso), mentre in altre posizioni (indicate con una stella blu), si misura segnale nullo. Sapendo che la distanza fra i punti, vedi figura, è ***Δx=30 m***, calcolare ***b*** e ***h***.



Quesito 1 *[voto 2/30]*
Se si copre la metà superiore di una lente che fornisce un'immagine sul suo piano focale cose succeda all'immagine? (argomentare la risposta)

Quesito 2 *[voto 2/30]*
Potete spiegare perché in un reticolo di diffrazione la larghezza dei massimi principali, $\Delta\theta_m$, diminuisce all'aumentare del numero ***N*** di fenditure? (argomentare la risposta)

Quesito 3 *[voto 2/30]*
Come funzionano gli occhiali da sole polarizzati?

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1

Poiché l'emissione è isotropa, questa si distribuirà su una sfera di raggio ***r***, quindi

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = \mathbf{0.22}\ \frac{\boldsymbol{W}}{\boldsymbol{m^2}}$$

Ricordando la relazione che lega l'intensità al campo E e B, abbiamo:

$$I = \frac{1}{2} c \varepsilon_o E_o^2$$

Da cui:

$$E_o = \sqrt{\frac{2I}{c\varepsilon_o}} = \mathbf{13}\ \frac{\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{m}}$$

e:

$$B_o = \frac{E_o}{c} = \mathbf{43.3}\ \boldsymbol{nT}$$

Infine, la forza percepita dal disco, detta $\boldsymbol{\eta=0.3}$ la percentuale di luce riflessa, sarà:

$$F = (1+\eta)\frac{I}{c}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \mathbf{1.88\ x\ 10^{-12}}\ \boldsymbol{N}$$

Problema n.2

La lente divergente produrrà comunque una immagine virtuale la cui posizione è data da:

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

da cui:

$$q = \frac{pf}{p-f} = -\frac{40}{9}\ cm$$

L'immagine si trova prima della lente, nello spazio oggetto, e costituirà l'oggetto per il nostro specchio. Calcoliamo la sua posizione rispetto allo specchio:

$$p' = |q| + d = d - q$$

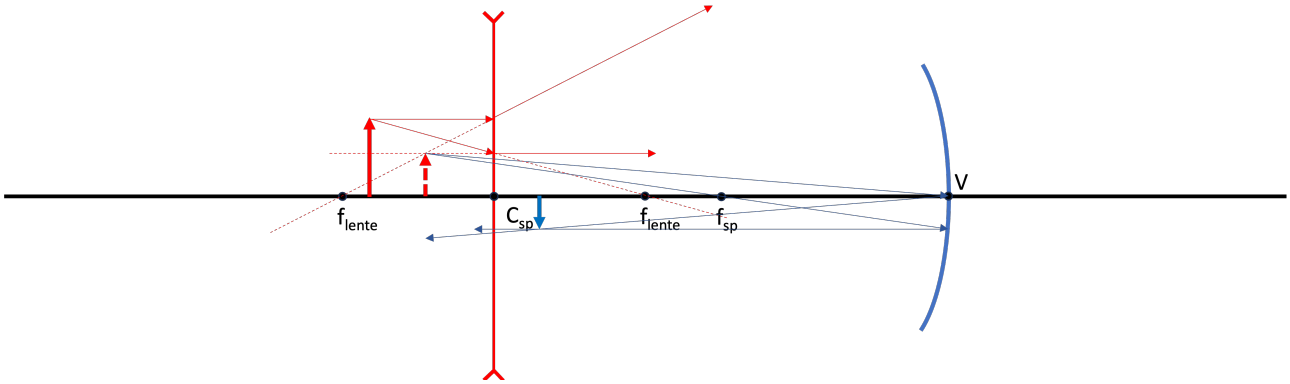
L'equazione dello specchio è:

$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{q'} = -\frac{2}{R} \quad \Longrightarrow \quad q' = \frac{R(d-q)}{R + 2(d-q)} = \mathbf{-26.57}\ \boldsymbol{cm}$$

L'ingrandimento sarà:

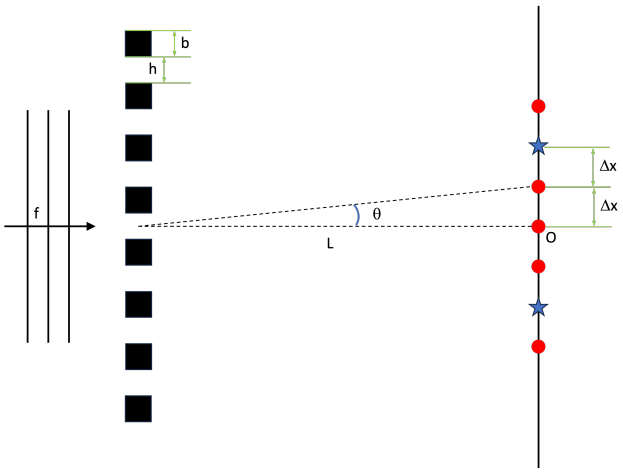
$$I = \left|I_{lente} I_{specchio}\right| = \frac{q}{p} \cdot \frac{q'}{p'} = \mathbf{0.43}$$

La costruzione dell'immagine è mostrata in figura. I raggi relativi alla lente sono in rosso, mentre quelli relativi allo specchio sono in blu.



Problema n.3

Riportiamo per semplicità la figura. È evidente che la mancanza dei massimi segnala che siamo in presenza di interferenza e diffrazione. La mancanza del secondo massimo di interferenza ci dice che in quel punto abbiamo anche un minimo di diffrazione.



Dobbiamo però fare attenzione a calcolare correttamente la distanza fra le fenditure che è ***h+b***. La larghezza delle fenditure è invece ***h***.

Gli angoli sono sicuramente piccoli perché dai calcoli abbiamo che:

$$\frac{\Delta x}{L} = \tan\theta = \frac{30\ m}{300\ m} = 0.1$$

Possiamo quindi approssimare:

$$\tan\theta \approx \operatorname{sen}\theta \approx \theta$$

I massimi di interferenza si avranno per:

$$\theta_{Max} = m\frac{\lambda}{(b+h)}$$

Mentre i minimi di diffrazione saranno:

$$\theta_{min} = m'\frac{\lambda}{h}$$

Nel nostro caso il max di ordine due ***(m=2)*** coinciderà col primo minimo di diffrazione ***(m'=1)***:

$$2\frac{\lambda}{(b+h)} = \frac{\lambda}{h} \quad \Longrightarrow \quad b + h = 2h \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{b = h}$$

Noi conosciamo anche l'angolo ***θ,*** e possiamo usare sia l'espressione per il max di interferenza che per il minimo di diffrazione. Usiamo la prima e riferiamoci al primo max (***m=1***) di interferenza:

$$\frac{\Delta x}{L} = \theta_1 = \frac{\lambda}{(b+h)} = \frac{c}{2fh}$$

Da cui:

$$h = \frac{cL}{2f\Delta x} = \mathbf{3\ cm}$$

Quindi ***h=b=3 cm***.