Politecnico di Bari
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica
07 novembre 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]*
Un oggetto di forma sferica e densità di massa $\rho=10^3\ kg/m^3$ è soggetto contemporaneamente alla pressione di radiazione del sole e alla sua forza di attrazione gravitazionale. Calcolare il valore del raggio ***r*** dell'oggetto per il quale l'oggetto stesso non subisce alcuna accelerazione. Si assuma che la radiazione solare che giunge sulla sfera sia interamente assorbita.
($P_{sole}=3.85x10^{26}\ W$, $M_{sole}=2x10^{30}\ kg$, $\gamma=6.67x10^{-11}\ Nm^2/kg^2$)

Problema 2 *[voto 8/30]*
Un oggetto è posto in uno dei centri di curvatura di una lente biconcava (lente divergente, ***n=1.5***) simmetrica (i raggi di curvatura delle superfici della lente sono uguali e valgono ***R=20 cm*** in modulo). Trovare:

(a) la posizione ***q*** dell'immagine (non è richiesta la costruzione dell'immagine);
(b) l'ingrandimento.

Problema 3 *[voto 8/30]*
Un fascio di luce incide su un reticolo di diffrazione lungo ***L=10 mm***. Si osserva che il cosiddetto doppietto del sodio ($\boldsymbol{\lambda_1 = 589\ nm\ e\ \lambda_2 = 589.6\ nm}$) è risolto a partire dal ***quinto ordine*** dello spettro di diffrazione. Calcolare:

(a) il passo del reticolo;
(b) la lunghezza che dovrebbe avere il reticolo, senza cambiare il passo, affinché sia in grado di risolvere il doppietto costituito dalle righe $\boldsymbol{\lambda_3 = 460\ nm\ e\ \lambda_4 = 460.13\ nm}$ al ***terzo ordine*** dello spettro di diffrazione.

Quesito 1 *[voto 2/30]*
Cosa è la polarizzazione in un'onda elettromagnetica? (discutere nel dettaglio)

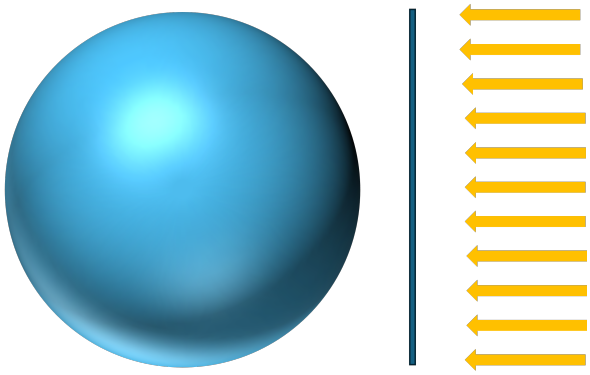
Quesito 2 *[voto 2/30]*
Cosa è l'apertura numerica di una fibra ottica e perché è importante? (discutere nel dettaglio)

Quesito 3 *[voto 2/30]*
Cosa è il limite di diffrazione? (argomentare la risposta)

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1

La particella, una sfera di raggio ***r***, investita dalla radiazione solare, sarà "vista" dalla radiazione come un cerchio di raggio ***r*** (vedi figura). Se ***R*** è la distanza fra l'oggetto sferico e il sole, ricordando che la sfera è completamente assorbente, la pressione di radiazione sarà:



$$p = \frac{I}{c} = \frac{P_{sole}}{4\pi R^2 \cdot c}$$

Da cui ricaviamo la forza esercitata dalla pressione stessa:

$$F_{rad} = p \cdot \pi r^2 = \frac{I}{c} \cdot \pi r^2 = \frac{P_{sole}}{4\pi R^2 \cdot c} \cdot \pi r^2 = \frac{r^2 \cdot P_{sole}}{4R^2 \cdot c}$$

La forza di attrazione gravitazionale sarà, in modulo:

$$F_{gravit} = \gamma \frac{M_{sole} m}{R^2} = \gamma \frac{M_{sole}}{R^2} \rho \frac{4}{3} \pi r^3$$

All'equilibrio si deve avere:

$$F_{gravit} = F_{rad}$$

Quindi:

$$\frac{r^2 \cdot P_{sole}}{4R^2 \cdot c} = \gamma \frac{M_{sole}}{R^2} \rho \frac{4}{3} \pi r^3$$

Da cui:

$$r = \frac{3P_{sole}}{16\pi\gamma\rho c} = \mathbf{0.57 \cdot 10^{-9}\ m = 0.57\ nm}$$

Problema n.2

La lente biconcava è una lente ***divergente***, la cui lunghezza focale, detti r_1 e r_2 i raggi di curvatura delle due superfici, sarà:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

Nel nostro caso, vista la simmetria della lente, abbiamo che r_1***=(-R)*** e r_2***=(+R)***:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(-\frac{1}{R} - \frac{1}{R}\right) = -\frac{2}{R}(n-1) = -0.05\ cm^{-1} \quad \Rightarrow \quad f = -20\ cm$$

Quindi l'oggetto è posto nel fuoco della lente. (***p=20 cm***) Ricaviamo ora la sua posizione:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{q = \frac{pf}{p-f} = \frac{20 \cdot (-20)}{20 - (-20)} = -10\ cm}$$

L'ingrandimento sarà:

$$I = \frac{q}{p} = \frac{-10}{20} = \mathbf{-0.5}$$

Problema n.3

Sappiamo che la risoluzione di un reticolo di diffrazione è definita come:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN$$

Nel nostro caso il doppietto del sodio, $\Delta\boldsymbol{\lambda} = \boldsymbol{\lambda_2} - \boldsymbol{\lambda_1} = \mathbf{0.6}\ \boldsymbol{nm}$, è risolto al quinto ordine, quindi ***m=5***. Possiamo quindi scrivere:

$$N = \frac{L}{d} = \frac{\lambda}{m\Delta\lambda} \quad \Longrightarrow \quad d = \frac{m\Delta\lambda L}{\lambda} = \mathbf{0.0509}\ \boldsymbol{mm}$$

Nel caso del doppietto $\boldsymbol{\lambda_3}$***=460.0 nm*** e $\boldsymbol{\lambda_4}$***=460.13 nm*** abbiamo $\Delta\boldsymbol{\lambda} = \boldsymbol{\lambda_4} - \boldsymbol{\lambda_3} = \mathbf{0.13}\ \boldsymbol{nm}$. Se vogliamo che sia risolto al terzo ordine, ***m=3***, deve essere:

$$R = mN \quad \Longrightarrow \quad N = \frac{R}{m} = \frac{\lambda}{m\Delta\lambda} = 1179.65$$

Quindi il reticolo deve avere ***N=1180*** linee (righe). Da cui, sapendo che il passo ***d*** non cambia, otteniamo la nuova lunghezza:

$$\boldsymbol{L = Nd} = \mathbf{60.06}\ \boldsymbol{mm}$$