# Politecnico di Bari
# L3 in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
# Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica – Fisica 3
# 30 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** [voto 8/30]*
Si supponga di avere un raggio laser, puntato verso l'alto, che emette un fascio di diametro pari a $d=2.6\ mm$ e potenza $T=4.6\ W$. Sapendo che il fascio colpisce la base inferiore di un cilindro, illuminandola completamente, posto verticalmente al di sopra il fascio laser. Calcolare l'altezza $H$ che deve avere il cilindro per essere completamente sostenuto dalla pressione di radiazione, nell'ipotesi che la radiazione sia completamente assorbita e che il diametro del fascio laser e quello della base del cilindro siano uguali, sapendo che la densità del materiale di cui è costituito il cilindro è $\rho = 1.1\ g/cm^3$.

***Problema 2** [voto 8/30]*
Si ha un sistema di tre lenti sottili disposte in modo che la luce, propagandosi da sinistra a destra, passi prima dalla lente ***1*** poi dalla ***2*** e poi dalla ***3***. Sapendo che $f_1=20\ cm$, $f_2=-10\ cm$ e $f_3=-5\ cm$, che la distanza fra la prima e la seconda lente è $L_1=65\ cm$ e quella fra la seconda e la terza è $L_2=20\ cm$, che, infine, un oggetto è posto a distanza $p_1=30\ cm$ dalla lente ***1***:

(a) costruire graficamente l'immagine fornita dal sistema;
(b) determinare la posizione ($q_3$) dell'immagine rispetto alla terza (e ultima) lente del sistema;
(c) calcolare l'ingrandimento **complessivo** del sistema.

***Problema 3** [voto 8/30]*
Si consideri la figura di diffrazione generata da un fascio di luce monocromatica ($\lambda=400\ nm$) che attraversa una fenditura di larghezza $a$. Sapendo che lo schermo su cui è osservata la figura di diffrazione dista $L=50\ cm$ dalla fenditura e che su di esso la distanza fra il primo e il sesto minimo è pari a $h=4\ mm$, calcolare la larghezza $a$ e la posizione sullo schermo del primo minimo di diffrazione (si lavori nell'approssimazione di piccoli angoli).

---

***Quesito 1*** *[voto 2/30]*
È possibile che uno dei coefficienti di Fresnel sia nullo? Cosa succede in questo caso? (argomentare la risposta)

***Quesito 2*** *[voto 2/30]*
Cosa è l'apertura numerica per una fibra ottica e qual è la sua importanza? (argomentare la risposta)

***Quesito 3*** *[voto 2/30]*
Cosa succede se metto una lamina di quarzo su una delle due fenditure di un esperimento di Young? (argomentare la risposta)

SOLUZIONI dei problemi

**Problema n.1**

L'intensità del fascio laser alla base del cilindro sarà:

$$I = \frac{T}{\pi r^2} = \frac{4T}{\pi d^2} = 8.66 \cdot 10^5 \ \frac{W}{m^2}$$

Nel caso di radiazione completamente assorbita la pressione di radiazione esercitata sulla base del cilindro è:

$$P_{rad} = \frac{I}{c} = \frac{T}{\pi c r^2}$$

La forza esercitata sul cilindro sarà:

$$F_{rad} = P_{rad} \cdot \pi r^2$$

Perché il cilindro sia sostenuto da tale forza si deve avere equilibrio con la forza peso:

$$F_{peso} = mg = \rho V g = \rho g H \pi r^2$$

Quindi:

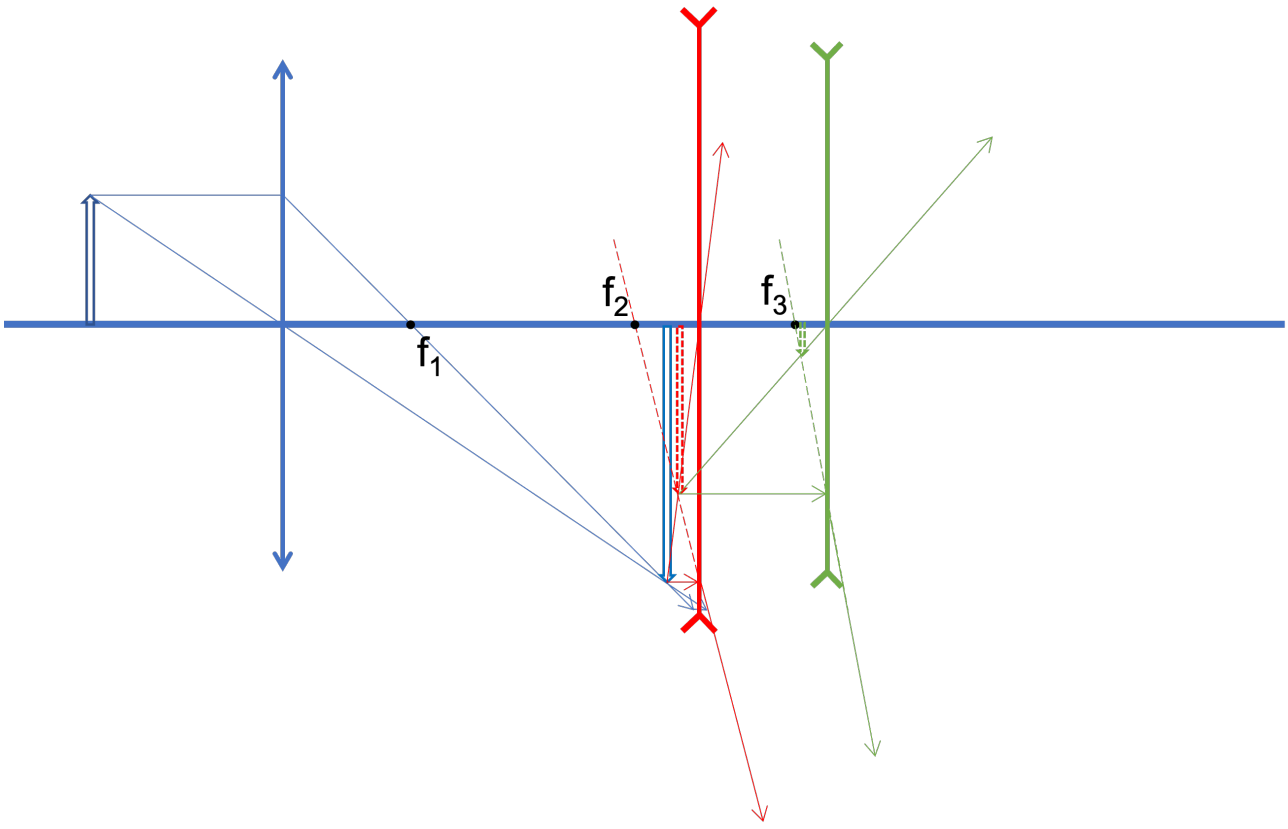
$$F_{peso} = F_{rad} \implies \rho g H \pi r^2 = P_{rad} \cdot \pi r^2$$

Infine:

$$\rho g H = P_{rad} \implies H = \frac{P_{rad}}{\rho g} = \frac{I}{\rho c g} = 2.68 \cdot 10^{-7}\ m = \mathbf{0.27\ \mu m}$$

**Problema n.2**

Costruiamo l'immagine:



Sappiamo che per una lente sottile vale la formula:

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

La applichiamo alla prima lente (convergente perché $\boldsymbol{f>0}$) e otteniamo $q_1$:

$$\frac{1}{30}+\frac{2}{q_1}=\frac{1}{20}$$

Da cui:

$$\boldsymbol{q_1 = 60\ cm}$$

L'immagine è reale ed essendo $\boldsymbol{L_1=65\ cm}$ la distanza fra la prima e la seconda lente, l'oggetto della seconda lente (immagine della prima) sarà posizionato a $\boldsymbol{p_2=L_1-q_1=5\ cm}$ dalla seconda lente (divergente perché $\boldsymbol{f<0}$). Applichiamo l'equazione delle lenti:

$$\frac{1}{5}+\frac{1}{q_2}=-\frac{1}{10}$$

Da cui:

$$\boldsymbol{q_2 = -\frac{10}{3} = -3.34\ cm}$$

L'immagine è virtuale e si forma a sinistra della seconda lente ($\boldsymbol{q_2<0}$). Essendo $\boldsymbol{L_2=20\ cm}$ la distanza fra la seconda e la terza lente, l'oggetto della terza lente (immagine della seconda) sarà posizionato a:

$$\boldsymbol{p_3 = L_2 + q_2 = 20 + \frac{10}{3} = \frac{70}{3}\ cm}$$

Applichiamo l'equazione delle lenti per la terza volta:

$$\frac{3}{70}+\frac{1}{q_3}=-\frac{1}{5}$$

Da cui:

$$\boldsymbol{q_3 = -\frac{70}{17} = -4.11\ cm}$$

L'ingrandimento complessivo sarà quindi:

$$\boldsymbol{I = I_1 \cdot I_2 \cdot I_3 = 2 \cdot \left(-\frac{2}{3}\right) \cdot \left(-\frac{3}{17}\right) = \frac{4}{17} = 0.235}$$

**Problema n.3**

Il minimo di diffrazione di ordine $\boldsymbol{m}$ si calcola dalla formula:

$$a \cdot sen\theta_m = m\lambda \xrightarrow{angolo\ piccolo} \theta_m = \frac{m\lambda}{a}$$

Sullo schermo corrisponderà alla posizione, misurata della retta che congiunge il centro della fenditura allo schermo:

$$y_m = L \tan \theta_m \xrightarrow{angolo\ piccolo} y_m = L\theta_m = \frac{mL\lambda}{a}$$

Avremo quindi che:

$$h = y_6 - y_1 = (6-1)\frac{L\lambda}{a}$$

Da cui otteniamo ***a***:

$$\boldsymbol{a = 5\frac{L\lambda}{h} = 0.25\ mm}$$

Calcoliamo ora la posizione sullo schermo del primo minimo di diffrazione dalla formula precedente:

$$y_m = L\theta_m = \frac{mL\lambda}{a} \xrightarrow{m=1} \boldsymbol{y_1 = \frac{\lambda L}{a} = 0,8\ mm}$$