Politecnico di Bari
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica (A-L)
28 gennaio 2026 – 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]*
Supponiamo di avere una nave spaziale di massa $m=25x10^3$ kg, dotata di una vela, perfettamente assorbente, di superficie Σ inclinata di un angolo $\theta=35°$ rispetto alla direzione dei raggi solari. Calcolare il valore il valore di Σ per cui la forza di attrazione gravitazionale del sole uguaglia la forza esercitata dalla radiazione solare. Assumere che $M_{sole}= 2x10^{30}$ kg, $P_{sole} = 3.96x10^{26}$ W, $\gamma= 6.67x10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}

Problema 2 *[voto 8/30]*
Due lenti convergenti hanno le seguenti distanze focali: f_1 e f_2. Sapendo che sono coassiali e distano fra loro d. Un oggetto è posto davanti alla prima lente, a distanza p_1. Calcolare e ***disegnare*** la posizione dell'immagine prodotta dal sistema delle due lenti. Calcolare inoltre il modulo dell'ingrandimento totale fornito dal sistema.
($f_1 = 20$ cm, $f_2 = 15$ cm, $p_1 = 35$ cm, $d=20$ cm)

Problema 3 *[voto 8/30]*
Un reticolo di diffrazione, lungo L, contiene N fenditure. La larghezza di ognuna delle fenditure è a. La luce di lunghezza d'onda λ trasmessa dal reticolo viene osservata nel piano focale di una lente di lunghezza focale f. Calcolare la posizione sullo schermo delle frange del primo e del secondo ordine, la loro larghezza e il numero di frange osservabili.
($L=20$ mm, $a=1$ μm, $N=4000$, $\lambda = 500$ nm, $f=20$ cm)

Quesito 1 *[voto 2/30]*
Perché due lampadine accese contemporaneamente non producono effetti di interferenza? (argomentare la risposta)

Quesito 2 *[voto 2/30]*
Con riferimento al problema n.2, l'ingrandimento e la posizione dell'immagine cambiano se si scambia la posizione delle due lenti? (argomentare la risposta)

Quesito 3 *[voto 2/30]*
Cosa sono i materiali ferromagnetici e cosa è il ciclo di isteresi? (spiegare nel dettaglio)

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1

Se la vela è posizionata ad un angolo $\theta = 35°$ rispetto alla direzione dei raggi solari, la superfice effettiva vista dai raggi solari sarà:

$$\Sigma_1 = \Sigma \cdot \cos\theta$$

La pressione di radiazione (completamente assorbita), a distanza R dal sole, sarà:

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

La forza esercitata sulla nave spaziale sarà:

$$F = p \cdot \Sigma_1 = \frac{P_{sole}}{4\pi R^2 \cdot \mathrm{c}} \Sigma \cdot \cos\theta$$

La forza gravitazionale sarà, in modulo:

$$F_g = \gamma \frac{m M_{sole}}{R^2}$$

Eguagliando:

$$\gamma \frac{m M_{sole}}{R^2} = \frac{P_{sole}}{4\pi R^2 \cdot \mathrm{c}} \Sigma \cdot \cos\theta$$

Da cui:

$$\Sigma = 4\pi c \gamma \frac{m M_{sole}}{P_{sole} \cos\theta} = \mathbf{3.86 \cdot 10^7\ m^2}$$

Problema n.2

Immagine della prima lente:

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f_1} \quad \Longrightarrow \quad q_1 = \frac{p_1 f_1}{p_1 - f_1} = \frac{35 \cdot 20}{35 - 20} = \frac{140}{3} cm = \mathbf{46.7\ cm}$$

Essendo q_1 superiore a d, ne consegue che l'immagine della prima lente si forma "oltre" la seconda lente, in questa situazione:

$$p_2 = -|q_1 - d| = d - q_1 = 20 - \frac{140}{3} = -\frac{80}{3} cm = \mathbf{-26.7\ cm}$$

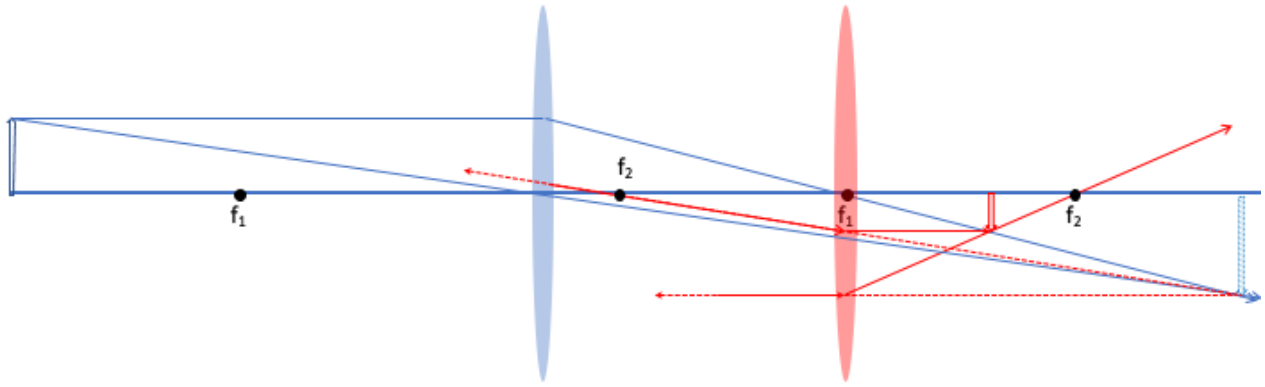
Da cui calcoliamo la posizione dell'immagine generata dalla seconda lente:

$$\frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f_2} \quad \Longrightarrow \quad q_2 = \frac{p_2 f_2}{p_2 - f_2} = \frac{-\frac{80}{3} \cdot 15}{-\frac{80}{3} - 15} = \frac{-400}{-\frac{125}{3}} = \frac{48}{5} cm = \mathbf{9.6\ cm}$$

Calcoliamo, in modulo,l'ingrandimento complessivo:

$$I = |I_1 \cdot I_2| = \left|\frac{q_1}{p_1} \cdot \frac{q_2}{p_2}\right| = \left|\frac{\frac{140}{3}}{35} \cdot \frac{\frac{48}{5}}{-\frac{80}{3}}\right| = \frac{140}{105} \cdot \frac{144}{400} = \frac{12}{25} = \mathbf{0.48}$$

Disegniamo ora l'immagine (i percorsi tratteggiati sono i prolungamenti all'indietro dei raggi poiché l'oggetto della seconda lente è virtuale):



Problema n.3

Calcoliamo la distanza fra le fenditure:

$$\boldsymbol{D = \frac{L}{N} = 0.005\ mm = 5\ \mu m}$$

I massimi, come sappiamo, non dipendono dal numero di fenditure, quindi:

$$D \cdot sen\theta_m = m\lambda \implies \theta_m = arc\ sen\left(\frac{m\lambda}{D}\right)$$

Da cui:

$$\theta_1 = arc\ sen\left(\frac{\lambda}{D}\right) = 0.100\ rad$$

e:

$$\theta_2 = arc\ sen\left(2\frac{\lambda}{D}\right) = 0.201\ rad$$

E quindi:

$$x_1 = f\ tan\,\theta_1 = \mathbf{2.0\ mm}$$

e:

$$x_2 = f\ tan\,\theta_2 = \mathbf{4.1\ mm}$$

La loro larghezza è indipendente dall'ordine e si trova a partire dalla formula:

$$\Delta(\text{sen}\,\theta) = \frac{2\lambda}{ND}$$

Dalle espressioni precedenti non possiamo affermare che sia valida l'approssimazione di piccoli angoli, per cui:

$$\Delta(\text{sen}\,\theta) = \cos\theta\,\Delta\theta$$

E quindi

$$\Delta x = f\Delta\theta = f\,\frac{2\lambda}{ND\,cos\,\theta} = \mathbf{10.1\ \mu m}$$

Il numero di massimi visibili si determina dalla condizione:

$$m\frac{\lambda}{D} < \frac{\lambda}{a} \implies m < \frac{D}{a} \implies m < 5$$

Si vedranno quindi i massimi di interferenza fino all'ordine 4, quindi ***N=9*** massimi includendo anche l'ordine zero.