Politecnico di Bari
L3 in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica
28 Gennaio 2025 – ore 09.00 aule L ed I

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 osservatore munito di un rivelatore riceve i segnali che provengono da due sorgenti di onde acustiche che emettono onde di frequenza $f_0=611\ Hz$. Una delle sorgenti si allontana con velocità v_0 e l'altra si avvicina con la stessa velocità. L'osservatore misura che le frequenze percepite differiscono di $\Delta f=36\ Hz$. Determinare la velocità v_0. Si assuma che la velocità del suono sia $v_s=340\ m/s$.

Problema 2 *[voto 8/30]*

Determinare la focale di uno specchio concavo nei due seguenti casi:

a) quando $p < f$, la distanza fra oggetto e immagine è $L=15\ cm$, si ha un ingrandimento $I_1=-2$;
b) se si pone l'oggetto a distanza p_0 dallo specchio si ottiene un ingrandimento pari $I_2= -2$, mentre se pone l'oggetto a distanza p_0+a ($a=5\ cm$) si ottiene un ingrandimento pari a $I_3= -4$.

Problema 3 *[voto 8/30]*

Un fascio di luce illumina completamente un reticolo di diffrazione largo $L=6.5\ cm$ avente $200\ righe/mm$. Con tale reticolo si vogliono separare due righe alle lunghezze d'onda $\lambda_1=670.800\ nm$ e $\lambda_2=670.815\ nm$. Calcolare:

1) l'ordine di diffrazione minimo per il quale le due righe sono risolte;
2) il massimo ordine a cui il reticolo può operare a $\lambda_1=670\ nm$ e la risoluzione massima ottenibile a tale ordine.

Quesito 1 *[voto 2/30]*

Supponiamo di eseguire l'esperimento di Young usando in un caso onde piane e in un secondo caso onde sferiche. Le figure che si ottengono in condizione di campo lontano cambiano? Se sì, in che modo? (Argomentare la risposta)

Quesito 2 *[voto 2/30]*

Qual è il principio su cui si basa il funzionamento di un forno a microonde? (Argomentare la risposta)

Quesito 3 *[voto 2/30]*

Cosa è l'angolo di minima deviazione di un prisma? (Argomentare la risposta)

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1

Le frequenze percepite risentono dell'effetto Doppler. Detta f_1 la frequenza della sorgente che si allontana e f_2 quella della sorgente che si avvicina, abbiamo:

$$f_1 = f_0 \frac{v_s}{v_s + v_0}$$

E

$$f_2 = f_0 \frac{v_s}{v_s - v_0}$$

Inoltre, avendo $\Delta f = f_2 - f_1$:

$$f_0 \frac{v_s}{v_s - v_0} - f_0 \frac{v_s}{v_s + v_0} = \Delta f$$

Risolvendo:

$$f_0 \left[\frac{2 v_s v_0}{v_s^2 - v_0^2} \right] = \Delta f$$

Da cui si ottiene l'equazione di secondo grado:

$$\Delta f v_0^2 + 2 f v_s v_0 - \Delta f v_s^2 = 0$$

Risolvendo e scartando la soluzione negativa e quindi non accettabile:

$$v_0 = \frac{f v_s}{\Delta f} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\Delta f}{f} \right)^2} - 1 \right] = \mathbf{10 \ \frac{m}{s}}$$

Problema n.2

Ricordando che il fuoco di uno specchio di raggio R si trova a distanza $f=R/2$ dal vertice dello specchio, possiamo scrivere l'equazione dello specchio come:

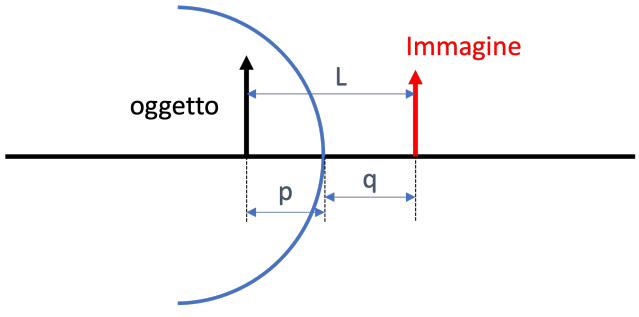
$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = -\frac{2}{R} = -\frac{1}{f} \quad \Longrightarrow \quad f = \frac{q \cdot p}{p - q}$$

L'ingrandimento dello specchio è:

$$I = -\frac{q}{p}$$

Caso (a).

Se $p<f$, sappiamo che lo specchio concavo fornisce un'immagine virtuale, quindi $q>0$. La distanza fra soggetto ed immagine deve essere L, quindi con riferimento alla figura, possiamo quindi scrivere che:



$$p + q = L$$

Dalle due precedenti equazioni otteniamo:

$$q = \frac{I \cdot L}{I - 1}$$

Inserendo $I=I_1=-2$ e $L=15\ cm$, otteniamo:

$$q = \frac{-30\ cm}{-3} = \mathbf{10\ cm}$$

e:

$$p = L - q = \mathbf{5\ cm}$$

Infine:

$$f = \frac{q \cdot p}{p - q} = \frac{(10) \cdot 5}{5 - (10)} = -\frac{50}{5} = \mathbf{-10\ cm}$$

Caso (b).
Partiamo dall'equazione dello specchio:

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = -\frac{1}{f} \quad \Longrightarrow \quad 1 - \frac{p}{q} = -\frac{p}{f} \quad \Longrightarrow \quad 1 + \frac{p}{f} = \frac{p}{q} \Longrightarrow \quad \frac{p}{q} = \frac{f+p}{f} \Longrightarrow \quad I = -\frac{q}{p} = -\frac{f}{f+p}$$

Otteniamo quindi due equazioni:

$$I_2 = -\frac{f}{f + p_0} \quad e \quad I_3 = -\frac{f}{f + p_0 + a}$$

Eliminando p_0 e ricavando f, si ha:

$$f = a\frac{I_2 I_3}{I_3 - I_2} = \mathbf{-20\ cm}$$

Problema n.3
Il numero totale di righe del reticolo sarà:

$$N = 200 \cdot 65 = 13000$$

Per risolvere un $\delta\lambda = 0.015\ nm$ si deve avere:

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = 44720.5$$

Ma $R=mN$, quindi:

$$R = 44720.5 = mN \quad \Longrightarrow \quad m = \frac{44720.5}{13000} = 3.44$$

Per risolvere le righe m deve essere maggiore di 3, quindi dobbiamo arrivare al ***quarto ordine di diffrazione (m=4)***.
Per il calcolo dell'ordine massimo di diffrazione partiamo dalla formula che fornisce i massimi nel caso di un reticolo di diffrazione:

$$d \cdot sen\theta = m\lambda$$

Il limite superiore per questa espressione è $sen\theta \leq 1$, quindi:

$$m\frac{\lambda}{d} \leq 1$$

Con ***d*** passo del reticolo. Da cui calcoliamo il massimo valore ammissibile per m:

$$m \leq \frac{d}{\lambda} = \mathbf{7.46}$$

Il massimo ordine a cui il reticolo può operare è quindi $\boldsymbol{m_{max}=7}$, la risoluzione a quell'ordine sarà:

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = m_{max}N \quad \Longrightarrow \quad \delta\lambda = \frac{\lambda}{m_{max}N} = \mathbf{0.00736\ nm}$$