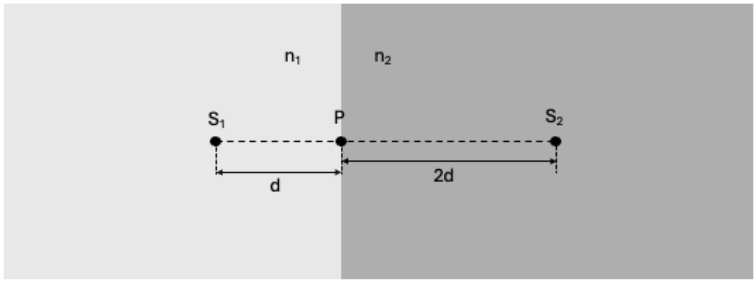
Politecnico di Bari
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica
18 Giugno 2026 – ore 08.30 - Aula D

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]*

Due sorgenti, S_1 ed S_2, di onde EM, emettono onde ***sincrone*** di frequenza $f=60MHz$.



Si consideri ora un punto ***P*** posto fra le sorgenti (vedi figura). Sapendo che $d=1.5\ m$, che S_1 si trova in un mezzo il cui indice di rifrazione è $n_1=1.2$ e che S_2 si trova in un mezzo il cui indice di rifrazione è $n_2=1.6$, calcolare:

(a) la differenza di fase fra le onde emesse dalle due sorgenti in ***P***;
(b) l'intensità dell'onda in P assumendo che le due sorgenti abbiano la stessa intensità $I=15\ W/m^2$;
(c) fissato n_1, il minimo valore di n_2 per il quale in ***P*** si ha un massimo di interferenza.

Problema 2 *[voto 8/30]* ***(non è richiesta la costruzione dell'immagine)***

Abbiamo un microscopio composto. L'obiettivo ha focale $f_{ob}=1.8\ cm$, mentre quella dell'oculare è $f_{oc}=2.5\ cm$. Poniamo un oggetto a distanza $p=2\ cm$ dall'obiettivo. Calcolare la distanza tra le lenti, D, e l'ingrandimento visuale complessivo del microscopio V.

Problema 3 *[voto 8/30]*

Un raggio di luce che contiene le lunghezze d'onda nell'intervallo ($0.45\ \mu m < \lambda < 0.65\ \mu m$) investe un reticolo di diffrazione che ha $n=4000$ ***fenditure/cm*** Lo spettro del primo ordine è osservato nel piano focale di una lente con $f=30\ cm$. Calcolare la larghezza Δx dello spettro del primo ordine nel piano focale della lente.

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]*

Perché per studiare la struttura reticolare dei cristalli tramite la diffrazione non si può utilizzare la luce visibile ma bisogna ricorrere ai raggi X? (discutere nel dettaglio)

Quesito 3 *[voto 2/30]*

In un esperimento delle due fenditure di Young la distanza tra due frange chiare aumenta, diminuisce o rimane costante se si aumenta la distanza tra le fenditure? (argomentare la risposta)

Problema 1

L'onda che proviene da S_1 giunge in P con una differenza di fase $\Delta\phi_1$ rispetto a quella iniziale, ϕ_0, data da:

$$\Delta\phi_1 = \frac{2\pi}{\lambda} n_1 d - \phi_0$$

Mentre per l'onda che proviene da S_2, che percorre un tratto $2d$, abbiamo (le onde sono sincrone quindi hanno la stessa fase iniziale ϕ_0):

$$\Delta\phi_2 = \frac{2\pi}{\lambda} 2n_2 d - \phi_0$$

La risposta alla domanda (a) è quindi:

$$\delta = \Delta\phi_2 - \Delta\phi_1 = \frac{2\pi}{\lambda} 2n_2 d - \frac{2\pi}{\lambda} n_1 d = \frac{2\pi}{\lambda} d(2n_2 - n_1) = \mathbf{3.77\ rad}$$

Conoscendo la differenza di fase è immediato rispondere alla domanda (b):

$$I_p = 4I\cos^2\left(\frac{\delta}{2}\right) = 2I(1 + \cos\delta) = \mathbf{5.73\ \frac{W}{m^2}}$$

Infine, per avere un massimo di interferenza deve essere:

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} d(2n_2 - n_1) = 2m\pi$$

da cui:

$$\frac{1}{\lambda} d(2n_2 - n_1) = m \quad \Longrightarrow \quad n_2 = m\frac{\lambda}{2d} + \frac{n_1}{2}$$

Se poniamo $m=0$ otteniamo $n_2 = \frac{n_1}{2} = 0.6$ che non è un valore accettabile. Per $m=1$ abbiamo:

$$n_2 = \frac{\lambda}{2d} + \frac{n_1}{2} = \mathbf{2.27}$$

Che è un valore abbastanza comune nei film di ossido che agiscono da strato antiriflesso per gli schermi dei cellulari.

Problema 2

Riportiamo per semplicità la figura del libro di testo che illustra il microscopio composto e, con riferimento alle quantità in figura, procediamo al calcolo. Incominciamo con l'immagine fornita dalla lente (convergente) che costituisce l'obiettivo del microscopio. Abbiamo:

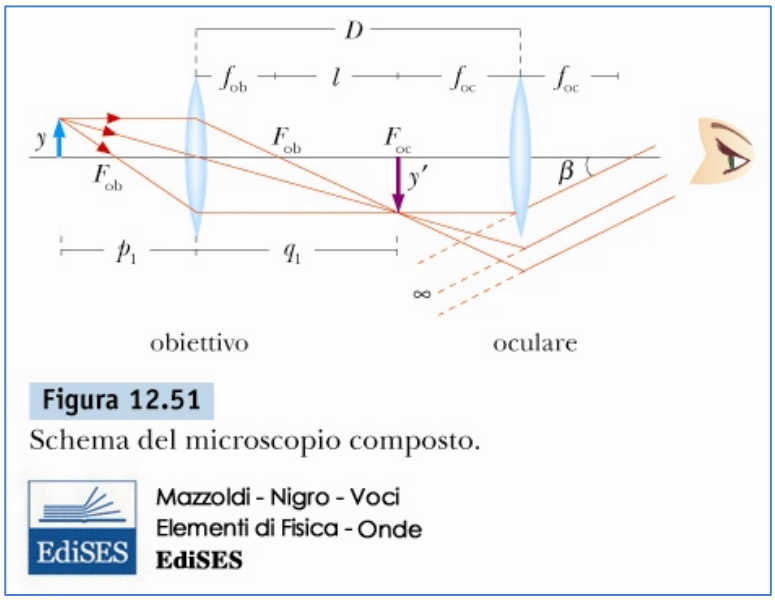


Figura 12.51
Schema del microscopio composto.

EdiSES
Mazzoldi - Nigro - Voci
Elementi di Fisica - Onde
EdiSES

$$\frac{1}{p_1}+\frac{1}{q_1}=\frac{1}{f_{ob}}$$

Da cui:

$$q_1=\frac{f_{ob}p_1}{p_1-f_{ob}}=\mathbf{18\ cm}$$

Dalla figura si vede subito che:

$$q_1=l+f_{ob}$$

E anche che:

$$D=l+f_{ob}+f_{oc}=q_1+f_{oc}=\mathbf{20.5\ cm}$$

Calcoliamo ora l'ingrandimento visuale.

$$V=-I_{ob}V_{oc}=-\frac{l}{f_{ob}}\frac{25}{f_{oc}}=\mathbf{-90}$$

Problema 3

Determiniamo la distanza fra le fenditure:

$$d=\frac{1}{n}=\mathbf{2.5\ \mu m}$$

Come è noto la posizione dei massimi di interferenza è data da:

$$d\sin\theta=m\lambda$$

Nel nostro caso ***m=1***, quindi, definendo $\boldsymbol{\lambda_1=0.45\ \mu m}$ e $\boldsymbol{\lambda_2=0.65\ \mu m}$:

$$d\sin\theta_1=\lambda_1 \quad\Longrightarrow\quad \sin\theta_1=\frac{\lambda_1}{d}=0.18 \quad\Longrightarrow\quad \theta_1=0.1809\ rad$$

e:

$$d\sin\theta_2=\lambda_2 \quad\Longrightarrow\quad \sin\theta_2=\frac{\lambda_2}{d}=0.26 \quad\Longrightarrow\quad \theta_2=0.2630\ rad$$

Si può notare che siamo ancora nella condizione di angolo piccolo e quindi possiamo usare l'approssimazione:

$$\sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta$$

Calcoliamo la posizione dei massimi:

$$x_1 = f\tan\theta_1 \approx f\theta_1 = \mathbf{5.4}\ \boldsymbol{cm}$$

e:

$$x_2 = f\tan\theta_2 \approx f\theta_2 = \mathbf{7.8}\ \boldsymbol{cm}$$

Infine:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = \mathbf{2.4}\ \boldsymbol{cm}$$