

Prof. I. Massa - Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica
FISICA GENERALE L-C – 29 Marzo 2006
Onde

Una sorgente isotropa, monocromatica, puntiforme, emette luce nel vuoto, avente una frequenza $\nu = 6 \times 10^{14}$ Hz. La sorgente è posta in un punto **P** (vedi figura) alla sinistra di uno schermo **S₁** su cui sono praticate due fenditure puntiformi **A** e **B**.

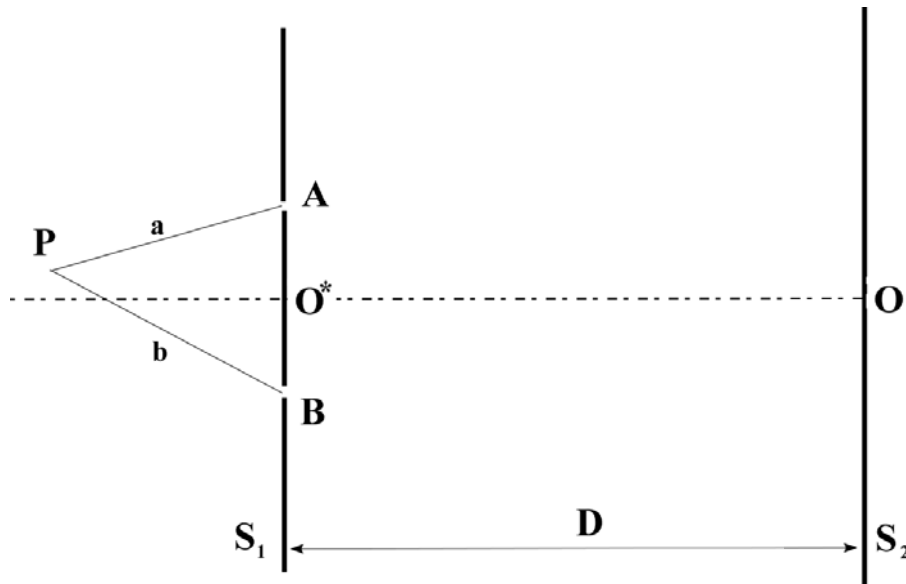
Le distanze della sorgente dalle due fenditure sono rispettivamente $\overline{PA} = a = 200$ cm e $\overline{PB} = b = 200.005$ cm. (Le due fenditure sono equidistanti dal punto **O***).

Ad una distanza $D = 5$ m da **S₁** si trova un secondo schermo **S₂** (parallelo ad **S₁**) su cui si osserva un sistema di frange di interferenza. Sapendo che l'angolo ϑ che individua la posizione del massimo centrale di tale sistema di frange è tale per cui si ha $\sin \vartheta = 5 \times 10^{-3}$, determinare:

- 1) la distanza d tra le due fenditure **A** e **B**;
- 2) la posizione del massimo centrale ed il numero di massimi compresi tra tale posizione ed il punto **O**;

Si supponga ora di riempire la regione di spazio compresa tra i due schermi **S₁** ed **S₂** con un mezzo rifrangente avente indice di rifrazione $n = 1.25$. Determinare, in tale nuova situazione:

- 3) il numero di massimi compresi tra la posizione del massimo centrale ed il punto **O**.



Soluzione.

Domanda 1)

La condizione per i massimi di interferenza può essere scritta, in termini di cammino ottico, tenendo conto che le due sorgenti secondarie che nascono dalle fenditure A e B sono sfasate (i cammini percorsi a partire da P per giungere in A e B sono infatti diversi della quantità $b-a$):

$$\Delta r = d \sin \vartheta - (b - a) = m\lambda$$

Si ha ovviamente, per la lunghezza d'onda λ nel vuoto $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{14}} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$

Per il massimo centrale (che dovrà trovarsi sullo schermo S_2 al di sotto di O), si ha $m = 0$ per cui si

$$\text{ottiene: } d = \frac{b - a}{\sin \vartheta} = 1 \text{ cm}$$

Domanda 2)

Considerando la approssimazione (valida per piccoli angoli ϑ) per cui si ha $\sin \vartheta \cong \text{tg } \vartheta = \frac{x}{D}$, si

ottiene, rispettivamente per il massimo centrale e per il massimo di ordine $m = 1$ (ragionando in termini di valori assoluti per le posizioni dei massimi sullo schermo S_2):

$$x_{m=0} = \frac{D}{d}(b - a) = 2.5 \times 10^{-2} \text{ m} \quad x_{m=1} = \frac{D}{d}[(b - a) + \lambda] = 2.525 \times 10^{-2} \text{ m}$$

La larghezza delle frange di interferenza vale pertanto:

$$\Delta s = x_{m=1} - x_{m=0} = \frac{D}{d}\lambda = 2.5 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.25 \text{ mm}.$$

Tra il punto O ed il massimo centrale della figura di interferenza ci sono quindi: $\frac{x_{m=0}}{\Delta s} = 100$

massimi di interferenza.

Domanda 3)

Quando lo spazio tra i due schermi viene riempito da un mezzo rifrangente occorre considerare, per la parte di cammino relativo a tale spazio, una lunghezza d'onda della luce data da

$\lambda^* = \frac{\lambda}{n} = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$. La posizione del massimo centrale di interferenza non cambia rispetto alla

situazione con il vuoto (essa non dipende da λ , essendo $\Delta r = d \sin \vartheta - (b - a) = m\lambda = 0$), mentre si modifica la posizione degli altri massimi.

In particolare, per $m = 1$ si ottiene $x_{m=1}^* = \frac{D}{d}[(b - a) + \lambda^*] = 2.52 \times 10^{-2} \text{ m}$. Pertanto

$$\Delta s^* = x_{m=1}^* - x_{m=0} = \frac{D}{d}\lambda^* = 2 \times 10^{-4} \text{ m}.$$

Tra il massimo centrale ed il punto O si hanno ora $\frac{x_{m=0}}{\Delta s^*} = 125$ massimi di interferenza.