

Prof. I. Massa - Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica
FISICA GENERALE L-C – 28 Giugno 2006
Onde

Una sorgente luminosa, isotropa, monocromatica e puntiforme, è posta in un punto **P** (vedi figura) alla sinistra di uno schermo **S₁** su cui sono praticate due fenditure puntiformi **A** e **B**, distanti $d_1 = 0.5 \text{ mm}$ tra di loro.

Le due fenditure sono equidistanti dalla sorgente luminosa ($\overline{PA} = \overline{PB} = 2 \text{ m}$).

Ad una distanza $L = 4 \text{ m}$ da **S₁** si trova un secondo schermo **S₂** (parallelo ad **S₁**) su cui si trovano altre due fenditure puntiformi **C** e **D**, distanti $d_2 = 4 \text{ mm}$ tra loro. Tutte e quattro le fenditure giacciono nello stesso piano (quello della figura).

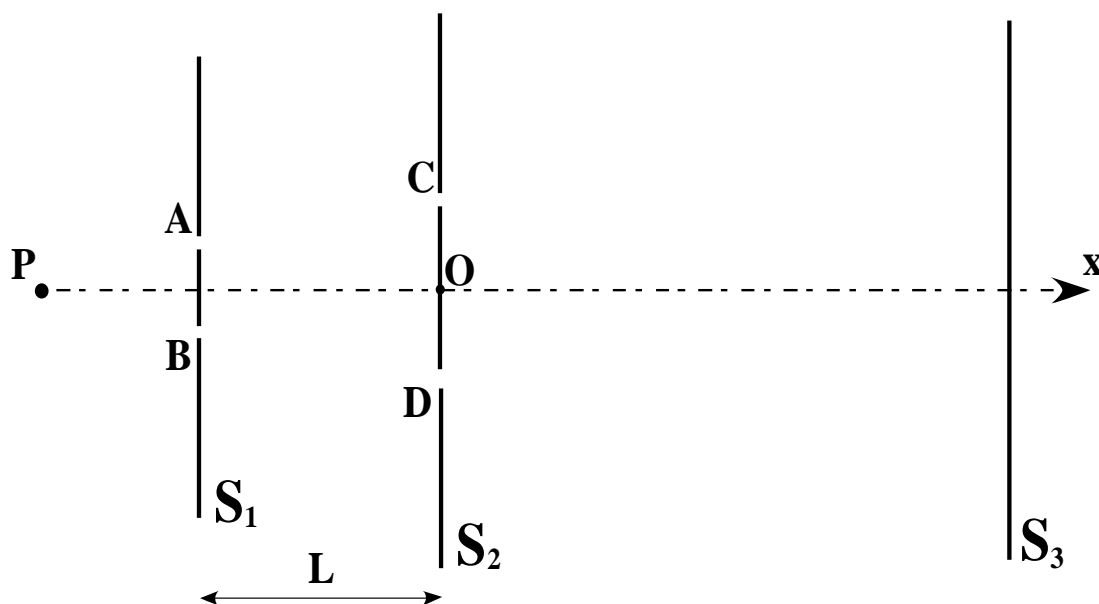
A grande distanza da **S₂** si trova un terzo schermo **S₃**, parallelo agli altri due.

Supponendo che l'intero sistema sia posto nel vuoto, determinare:

- 1) Il valore massimo della lunghezza d'onda della sorgente luminosa per cui lo schermo **S₃** appare buio ed il corrispondente valore della frequenza dell'onda.

Se l'ampiezza del campo elettrico delle onde che arrivano in **A** ed in **B** vale $E_0 = 50 \text{ V/m}$, determinare:

- 2) l'intensità dell'onda nel punto **O** dello schermo **S₂** (sull'asse x di simmetria di figura);
- 3) l'intensità dell'onda nel punto **Q** dello schermo **S₂**, giacente nel piano di figura e distante $\overline{OQ} = \frac{d_2}{3}$ da **O**.
- 4) La potenza media della sorgente luminosa.



Soluzione.

Domanda 1)

Affinché lo schermo S_3 appaia buio, le due fenditure **C** e **D** debbono essere sedi di minimi di interferenza. La condizione per i minimi di interferenza è:

$$d_1 \sin \vartheta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}.$$

Si ha poi, date le dimensioni geometriche: $\sin \vartheta \cong \operatorname{tg} \vartheta = \frac{d_2/2}{L}$.

Si ottiene: $\lambda = \frac{d_1 d_2}{(2m + 1)L}$. Il valore massimo si ha per $m=0 \rightarrow \lambda_{Max} = \frac{d_1 d_2}{L} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$.

La corrispondente frequenza è $\nu = \frac{c}{\lambda_{Max}} = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

Domanda 2)

L'intensità media dell'onda che arriva sulle due fenditure **A** e **B** è data da:

$$\langle I_A \rangle_O = \langle I_B \rangle_O \approx \frac{(E_O / L)^2}{2Z_0}, \text{ tenendo conto che l'ampiezza di } E \text{ varia come } 1/r.$$

L'impedenza del vuoto vale $Z_0 = 377 \Omega$, per cui, alla distanza $\overline{AO} \approx L$ si avrà:

$$\langle I_A \rangle_O = \langle I_B \rangle_O = 0.207 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \equiv \langle I_1 \rangle. \text{ Nel punto } \mathbf{O} \text{ si ha un massimo di interferenza per cui:}$$

$$\langle I_O \rangle = 4 \langle I_1 \rangle = 0.83 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}.$$

Domanda 3)

L'intensità che si ha nel punto **Q** è ricavata dalla relazione: $\langle I_Q \rangle = 4 \langle I_1 \rangle \cos^2 \left[\frac{\pi}{\lambda_{Max}} d_1 \frac{\overline{OQ}}{L} \right]$

Usando i dati del problema si ottiene $\langle I_Q \rangle = 4 \langle I_1 \rangle \cos^2 \left[\frac{\pi}{3} \right] = 0.207 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

Domanda 4)

Poiché la sorgente è isotropa si ha che la sua potenza media è ricavabile dalla relazione:

$$\langle P \rangle = 4\pi \overline{PA}^2 \langle I_A \rangle = 166.9 \text{ W}$$