

Problema N. 31

Due sorgenti coerenti, isotrope e puntiformi, S_1 ed S_2 sono poste, (nel vuoto), a distanza $d = 1$ cm una dall'altra, simmetricamente rispetto ad un asse orizzontale x (vedi figura). Ciascuna sorgente emette onde elettromagnetiche sinusoidali, sferiche, di frequenza $f = 6 \times 10^{15}$ Hz, il cui campo elettrico ha un'ampiezza $E_1 = E_2 = 9 \times 10^{-2}$ V/m.

Si supponga che la sorgente S_1 sia inizialmente circondata da un pannello sferico K totalmente assorbente.

Si determini:

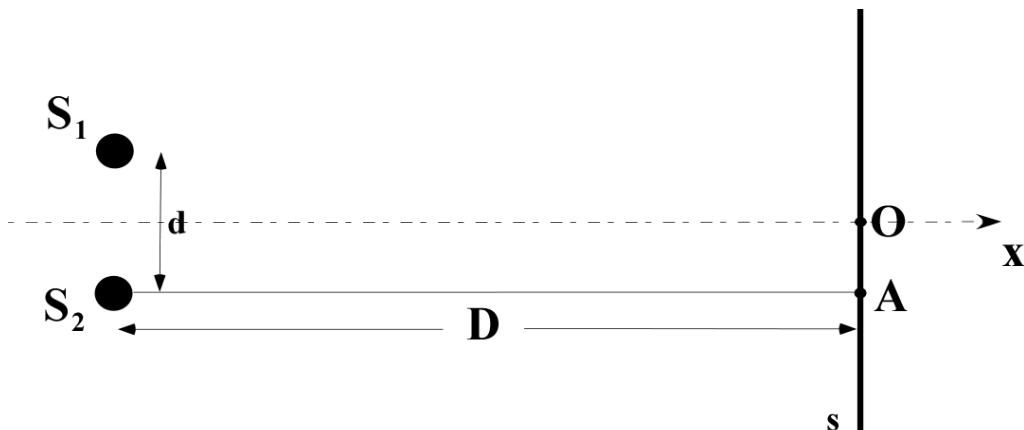
- 1) L'ampiezza del campo di induzione magnetica \mathbf{B} nel punto A (distante $d/2$ dall'asse x), sapendo che la distanza tra A ed S_2 vale $D = 10$ m.
- 2) L'intensità (media) dell'onda elettromagnetica nel punto A.
- 3) La pressione di radiazione su un pannello totalmente assorbente posto in A, ed avente la normale che forma un angolo di 45° con il segmento $\overline{AS_2}$.

Si tolga ora, istantaneamente, il pannello sferico K che circonda S_1 e il pannello assorbente posto in A; si inserisca uno schermo s , perpendicolare all'asse x in O. In tale nuova situazione, determinare:

- 4) L'intensità (media) dell'onda elettromagnetica risultante nel punto A.

Solo dopo aver risposto alle precedenti domande, determinare:

- 5) Il numero di frange di interferenza tra i punti O ed A dello schermo s .



Traccia della soluzione

La lunghezza d'onda delle onde è $\lambda = \frac{c}{f} = 5 \times 10^{-8} \text{ m}$

1) Poiché le onde sono sferiche $E = E(r)$. Il campo elettrico in A (derivato da S_2) è quindi di ampiezza

$$E_2(A) = \frac{E_2}{D} = 9 \times 10^{-3} \text{ V/m}, \text{ si ha poi } B = \frac{E}{c} \text{ da cui:}$$

$$B_2(A) = \frac{E_2(A)}{c} = 3 \times 10^{-11} \text{ Tesla}$$

2) L'intensità media dell'onda elettromagnetica in A vale:

$$\langle I_A \rangle = \frac{1}{2} \frac{E_2(A) B_2(A)}{\mu_0} \approx 1,07 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$$

3) La pressione di radiazione sul pannello (assorbente) posto in A è:

$$p = \frac{\langle I_A \rangle}{c} \cos 45^\circ = 2,5 \times 10^{-16} \text{ Pa}$$

4) In A arrivano ora due onde sfasate della quantità (in termini di cammino): $x_1 - x_2 = AS_1 - AS_2$. La differenza di fase è:

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} (x_1 - x_2) \approx \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \approx \frac{2\pi}{\lambda} d \tan \theta \quad (\text{essendo } d \ll D)$$

$$\text{Ma } \tan \theta = \frac{OA}{OB} = \frac{d}{2D} \Rightarrow \delta = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{d^2}{2D} \quad \text{si ottiene allora:}$$

$$\delta = \frac{\pi}{5 \times 10^{-8}} \frac{(10^{-2})^2}{10} = 200\pi$$

Essendo poi $d \ll D$ si può considerare $E_1(A) \approx E_2(A) = 9 \times 10^{-3} \text{ V/m}$

$$\text{Quindi } \langle I_A \rangle_{1,2} = 2 \langle I \rangle_2 (1 + \cos \delta) = 4,28 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$$

(Se si fosse considerata la differenza tra AS_1 ed AS_2 si sarebbe ottenuto un risultato leggermente diverso poiché $\langle I_A \rangle_1$ è leggermente minore di $\langle I_A \rangle_2$). In tal caso $\langle I_A \rangle_{1,2} = \langle I_A \rangle_1 + \langle I_A \rangle_2 + 2\sqrt{\langle I_A \rangle_1 \langle I_A \rangle_2} \cos \delta$ ottenendo $\langle I_A \rangle_{1,2} \approx 4,3 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$

5) La larghezza delle frange di interferenza è (sullo schermo S):

$$\Delta y = \frac{D}{d} \lambda = 5 \times 10^{-5} \text{ m}, \text{ Essendo } OA = \frac{d}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ m, si trova}$$

$$\text{che tra O ed A ci sono } \frac{5 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-5}} = 100 \text{ frange di interferenza.}$$