

Problema N. 29

Due fasci coerenti di onde piane di luce monocromatica, di uguale lunghezza d'onda ($\lambda = 600 \text{ nm}$), propagandosi nel vuoto in direzione x vengono fatti passare attraverso due fenditure, e quindi vengono raccolti su uno schermo (che si trova a distanza $L = 3 \text{ m}$ dalle fenditure, molto grande rispetto alla distanza d fra le stesse fenditure). Sullo schermo, nella posizione P corrispondente all'asse x di simmetria delle fenditure, si misura una intensità $I = 15 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

1) Calcolare l'ampiezza del campo magnetico in P.

Osservando che la frangia chiara di ordine $m_1 = 10$ si trova a distanza $r = 36 \text{ mm}$ dall'asse x ,

2) calcolare la distanza d fra le due fenditure;

3) valutare se un osservatore posto in P riesce a vedere separate le due sorgenti di luce costituite dalle due fenditure.

Si supponga ora di inserire un tubo di lunghezza $D = 20 \text{ cm}$, contenente gas, lungo il percorso di uno dei due fasci (prima della fenditura). In tale situazione, si osserva che nel punto P è situata la frangia chiara di ordine $m_2 = 100$.

4) Calcolare l'indice di rifrazione del gas.

Traccia della soluzione

- **Domanda 1:**

$$\langle I \rangle = \frac{E_0^2}{2Z_0} = \frac{B_0^2 c^2}{2Z_0} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow B_0 = \sqrt{\frac{\langle I \rangle 2Z_0}{c^2}} = \sqrt{\frac{15 \cdot 10^{-6} 2 \cdot 377}{9 \cdot 10^{16}}} = \sqrt{1,26 \cdot 10^{-19}} = 3,5 \cdot 10^{-10} \text{T}$$

- **Domanda 2:**

$$r = 10 \frac{L}{d} \lambda \Rightarrow d = 10 \frac{L}{r} \lambda = 10 \frac{3}{36 \cdot 10^{-3}} 6 \cdot 10^{-7} = 5 \cdot 10^{-4} = 0,5 \text{ mm}$$

- **Domanda 3:**

Si ricorda che il potere separatore (risolutivo), o risoluzione è definito tramite

la relazione: $\frac{1}{\gamma_R} = \frac{D}{1,22 \cdot \lambda}$.

Ricordando poi che in questo caso $\lambda = 600 \text{ nm}$ e assumendo $D=2 \text{ mm}$ per la pupilla umana, si ottiene che per angoli maggiori di $\gamma_r = 0,37 \cdot 10^{-3}$ radianti due sorgenti sono viste separate.

Nel caso in questione si ha

$$\frac{d}{2} / L = \tan \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = \tan^{-1} \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3} = \tan^{-1} 8,33 \cdot 10^{-5} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$
$$\Rightarrow \alpha = 2 \cdot 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ rad} = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ rad} \gg 0,37 \text{ mrad}$$

Pertanto le due fenditure vengono viste separate, dall'osservatore posto in P.

- **Domanda 4:**

$$t_1 = \frac{D}{v} = \frac{Dn}{c}; t_2 = \frac{D}{c} \Rightarrow \Delta t = \frac{D}{c}(n-1)$$
$$\Rightarrow \Delta r = D(n-1) = m_2 \lambda \Rightarrow n = \frac{m_2 \lambda}{D} + 1 = \frac{100 \cdot 6 \cdot 10^{-7}}{0,2} + 1 = 0,0003 + 1 = 1,0003$$