

"Elementi di Fisica" per Ingegneria Energetica-Laurea Magistrale, prima Squadra  
(M. Margoni) Compito 5/4/11

COGNOME.....NOME.....MATRICOLA.....

Riportare lo svolgimento e i risultati delle domande di seguito al testo dei problemi. Non verranno corretti i fogli di brutta copia.

Problema 1

Un fascio di luce polarizzata ellitticamente, di potenza  $W_i=10$  W e sezione  $S=0.5$  cm<sup>2</sup>, si propaga nell'aria e incide, con un angolo pari all'angolo di Brewster, sulla superficie di un mezzo trasparente di indice di rifrazione  $n=1.4$ . Si verifica che il campo elettrico trasmesso è polarizzato circolarmente.

Determinare:

- 1) Gli angoli di incidenza, riflessione e rifrazione;
- 2) L'eccentricità del campo elettrico incidente (eccentricità = rapporto tra i semiassi dell'ellisse di polarizzazione);
- 3) L'intensità riflessa e la potenza riflessa;
- 4) L'intensità trasmessa e la potenza trasmessa.

$$1) \tan \theta_B = n \Rightarrow \theta_i = \arctan n = 54.5^\circ$$

$$\theta_r = \theta_i; \sin \theta_t = n \sin \theta_i \Rightarrow \theta_t = \arcsin \frac{\sin \theta_i}{n} = 35.5^\circ$$

$$2) \left\{ \begin{array}{l} r_\pi = 0 \\ t_\pi = \frac{1}{\tan \theta_B} = 0.714 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} r_\sigma = \cos 2\theta_B = -0.324 \\ t_\sigma = 2 \cos^2 \theta_B = 0.676 \end{array} \right.$$

$$E_{t\sigma\pi} = t_\pi E_{i\sigma\pi}$$

$$E_{t\sigma\sigma} = E_{t\sigma\sigma}$$

$$E_{t\sigma\sigma} = t_\sigma E_{i\sigma\sigma}$$

$$t_\pi E_{i\sigma\pi} = t_\sigma E_{i\sigma\sigma}$$

$$\frac{E_{i0\sigma}}{E_{i0\pi}} = \frac{t_{\pi}}{t_{\sigma}} = 1.056 = e$$

$$3) R_{\pi} = 0 \quad R_{\sigma} = r_{\sigma}^2 = 0.105$$

$$W_{i\pi} = W_i \frac{E_{i\pi}^2}{E_{oi}^2} = \frac{W_i}{1+e^2} = 6.73 \text{ W}$$

$$W_{i\sigma} = W_i - W_{i\pi} = 5.77 \text{ W}$$

$$W_r = R_{\sigma} W_{i\sigma} = 0.55 \text{ W}; \quad I_r = \frac{W_r}{S_r} = 1.1 \text{ W/cm}^2$$

$$2) W_t = W_i - W_r = 9.45 \text{ W}$$

$$I_t = \frac{W_t}{S_t}; \quad S_t = \frac{S_i \sin^2 \theta_t}{\cos^2 \theta_i} = 0.7 \text{ cm}^2$$

$$I_t = 13.5 \text{ W/cm}^2$$

Problema 2

Uno schermo presenta una fenditura di larghezza  $a$  che può essere illuminata con luce di varia lunghezza d'onda, incidente perpendicolarmente alla fenditura. Le frange di diffrazione si osservano su un secondo schermo posto nel piano focale di una lente sottile convergente, adiacente alla fenditura. La distanza focale della lente è  $f=70$  cm. Si osserva che, in corrispondenza di una lunghezza d'onda  $\lambda_1=400$  nm, la larghezza dell'immagine della fenditura sul secondo schermo è pari a  $\Delta z_1=3$  cm.

Determinare:

- 1) La larghezza della fenditura e la lunghezza d'onda  $\lambda_2$  in corrispondenza della quale la larghezza dell'immagine della fenditura sul secondo schermo è pari a  $\Delta z_2=4.5$  cm;
- 2) La lunghezza d'onda  $\lambda_3$  in corrispondenza della quale è presente un massimo secondario di diffrazione a  $\theta=5.36^\circ$ , di intensità relativa pari allo 0.827% di quella del massimo principale. Qual è l'ordine di questo massimo secondario?

$$1) \Delta z_1 = 2 f \tan \theta_{\min} \approx 2 f \theta_{\min}$$

$$\text{Per } \theta_{\min} = m \frac{\lambda}{a} \Rightarrow \Delta z_1 = 2 f \frac{\lambda_1}{a} \Rightarrow a = \frac{2 f \lambda_1}{\Delta z_1} \\ = 1.87 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\Delta z_2}{\Delta z_1} \Rightarrow \lambda_2 = 600 \text{ nm}$$

$$2) \frac{I_{\text{sec}}}{I_{\text{max}}} = \frac{1}{\left[ \frac{\pi}{2} (2m+1) \right]^2}$$

$$m = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{I_{\text{max}}}{I_{\text{sec}}}} - \frac{1}{2} = 3; \text{ per } \theta = (2m+1) \frac{\lambda}{2a}$$

$$\Rightarrow \lambda_3 = \frac{2a \sin \theta}{2m+1} = 500 \text{ nm}$$

### Problema 3

Tre sorgenti puntiformi, allineate e equispaziate di  $d=4\text{m}$ , emettono onde elettromagnetiche armoniche in fase alla frequenza  $\nu=100\text{ MHz}$ , ognuna di potenza  $W$  incognita.

Determinare, usando l'approssimazione di grande distanza:

- 1) La coordinata angolare dei massimi principali, minimi, e massimi secondari di interferenza, nell'intervallo  $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ , con  $\theta$  misurato rispetto all'asse del sistema delle sorgenti;
- 2) La potenza  $W$  della singola sorgente necessaria per avere una intensità  $I=0.5\ \mu\text{W}/\text{m}^2$  a distanza  $r=5\text{ km}$  dalle sorgenti, in corrispondenza dei massimi principali;
- 3) Che intensità ha il massimo secondario di ordine  $m=1$  a distanza  $r=100\text{ m}$  dalle sorgenti;
- 4) L'ampiezza del campo elettrico e del campo magnetico nelle condizioni del punto 3.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = 3\text{m}$$

MAX PRINC

$$\sin \theta = m \frac{\lambda}{d} = m \cdot 0.75 = 0, 0.75 \Rightarrow \theta = 0, 48.6^\circ$$

MINIMI

$$\sin \theta = \frac{m \lambda}{Nd} ; m = 1, 2, 4$$

$$\frac{1}{2} = m \cdot 0.25 = 0.25, 0.5, 1 \Rightarrow \theta = 14.5^\circ, 30^\circ, 90^\circ$$

MAX SECONDARI

$$\sin \theta = \frac{(2m+1) \lambda}{2Nd} = (2m+1) \cdot 0.125 = 0.375 \Rightarrow \theta = 22.0^\circ$$

$$2) I_{\text{MAX}} = \frac{N^2 W}{4\pi n^2} \Rightarrow W = \frac{4\pi n^2 I_{\text{MAX}}}{N^2} = 17.5 \text{ W}$$

$$3) I_{\text{SEC}} = \frac{I_{\text{MAX}}}{N^2 \sin^2 \left( \frac{\pi}{2N} (2m+1) \right)} = \frac{N^2 W}{4\pi n^2 N^2 \sin^2 \left( \frac{\pi}{2} \right)} = 1.4 \cdot 10^4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$4) \frac{1}{2} c \epsilon_0 E_0^2 = I_{\text{SEC}} \Rightarrow E_0 = \sqrt{\frac{2 I_{\text{SEC}}}{c \epsilon_0}} = 0.32 \text{ V/m}$$

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = 1.1 \cdot 10^{-9} \text{ T}$$