

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ENERGETICA
SECONDO COMPITINO DI COMPLEMENTI DI FISICA

23/01/2009

Nome -----

Matricola -----

Ogni domanda vale 4 punti.

Problema I

Un fascio di luce polarizzata ellitticamente, di potenza $W=10$ W e sezione $S_0=0.5$ cm², 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; $\theta_i, \theta_r, \theta_t$;
- 2) L'eccentricita', e , del campo elettrico incidente E_i (e=rappporto tra i semiassi dell'ellisse di polarizzazione);
- 3) L'intensita' riflessa, I_r e la potenza riflessa, W_r ;
- 4) L'intensita' trasmessa, I_t e la potenza trasmessa, W_t .

1) $t_{\theta_B} = n = 1.4 \Rightarrow \theta_i = \theta_B = \arctan n = 54.46^\circ$

$n_2 = n_1 \Rightarrow \theta_i = \theta_t \Rightarrow n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t \Rightarrow \theta_t = \arcsin \frac{n_1 \sin \theta_i}{n_2} = 35.54^\circ$

2) $n_1 \cos \theta_i = n_2 \cos \theta_t \Rightarrow \cos \theta_t = \frac{n_1 \cos \theta_i}{n_2} = -0.324$

$t_{\theta_B} = \frac{1}{1.4} = 0.714$

$t_{\theta_B} = 2 \cos \theta_B = 0.676$

$E_{t0t} = t_{\theta_B} E_{i0t}$

$E_{t0\theta} = t_{\theta_B} E_{i0\theta}$

$$I^+ = \frac{Z^+}{W^+} = \frac{9.1}{13.5} = 0.674 \text{ W/cm}^2$$

$$I^- = \frac{Z^-}{W^-} = \frac{9.1}{13.5} = 0.674 \text{ W/cm}^2$$

$$I^+ = \frac{Z^+}{W^+} = \frac{9.1}{13.5} = 0.674 \text{ W/cm}^2$$

$$W^+ = R_g W_g = 0.554 \text{ W}$$

$$W_g = I_g Z_g = \frac{5.22 \text{ W}}{1 + \epsilon^2}$$

$$I_g = \frac{W_g}{Z_g} = \frac{5.22 \text{ W}}{1 + \epsilon^2}$$

$$I^+ = I_g + I_g = \frac{2W_g}{Z_g} = \frac{2 \times 5.22 \text{ W}}{1 + \epsilon^2} = 10.44 \text{ W/cm}^2$$

$$W^+ = R_g W_g = 0.554 \text{ W}$$

$$\left. \begin{aligned} R_g &= 0 \\ T_g &= 1 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} R_g &= 2\epsilon^2 = 0.105 \\ T_g &= 1 - R_g = 0.895 \end{aligned}$$

$$\frac{I_g}{I^+} = \frac{5.22}{10.44} = 0.5$$

Problema 2

Tre altoparlanti allineati e equispaziati di $d=0.8$ m, emettono in fase una frequenza $\nu=440$ Hz, ognuno con potenza W . Sapendo che la velocità del suono nell'aria è $\nu=344$ m/s, 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 θ misurato rispetto all'asse del sistema di altoparlanti;

- 2) La potenza W necessaria per avere un livello sonoro di 70 dB a $r=5$ km dagli altoparlanti in corrispondenza dei massimi principali. A che distanza dagli altoparlanti si ha un livello sonoro pari alla soglia del dolore per $\theta = 0^\circ$ con questa potenza?

- 3) Che intensità ha il massimo secondario di ordine $m=1$ a distanza $r=50$ m dagli altoparlanti e a che livello sonoro corrisponde.

[Si ricordi che il livello sonoro è dato da $B=10 \log(I/I_0)$ dB, con $I_0=10^{-12}$ W/m² e la soglia del dolore è 120 dB]

$$1) \lambda = \frac{v}{\nu} = 0.782 \text{ m}$$

$$\frac{2\pi r \sin \theta}{\lambda} = m \Rightarrow \theta = 0.9775 \text{ rad} = 55.8^\circ$$

$$\frac{2\pi r \sin \theta}{\lambda} = m \Rightarrow \theta = 19.402^\circ$$

$$\frac{2\pi r \sin \theta}{\lambda} = m \Rightarrow \theta = 29.3^\circ$$

$$B = 10 \log \frac{I_{sec}}{I_0} = 100.5 \text{ dB}$$

$$3) I_{sec} = \frac{I_{max} N^2 \sigma \epsilon^2 \left(\frac{4}{2N} (2m+1) \right)}{W} = \frac{4 \mu n^2 \sigma \epsilon^2 \left(\frac{2}{2} \right)}{W} = 0.0111 \text{ W/m}$$

$$2 = \left(N^2 \frac{W}{4} \right)^{1/2} = 15.8 \text{ m}$$

$$10 \log \frac{I_{max}}{I_0} = 120 \text{ dB} \Rightarrow N^2 W = 10^{22} \frac{4 \mu n^2 I_0}{W}$$

$$W = 4 \mu n^2 10^{-5} = 369 \text{ W}$$

$$10 \log \frac{I_{max}}{I_0} = 70 \text{ dB} \Rightarrow N^2 W = 10^7 \frac{4 \mu n^2 I_0}{W}$$

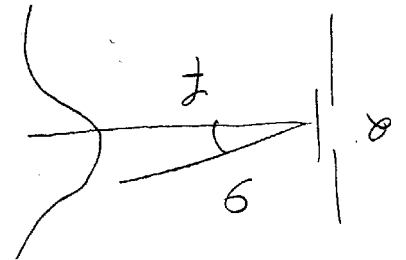
$$2) I_{max} = N^2 W = 1 + N = \frac{4 \mu n^2}{W}$$

Problema 3

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 a della fenditura e la lunghezza λ_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 λ_3 in corrispondenza della quale è presente un massimo secondario di diffrazione a $\theta=5,36^\circ$, di intensità relativa pari allo 0,827% del massimo principale. Qual è l'ordine m di questo massimo secondario?



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

$$\theta_{min} = \frac{\lambda}{a} \Rightarrow \Delta z_1 = 2f \frac{\lambda}{a} \Rightarrow a = 2f \frac{\lambda}{\Delta z_1}$$

$$= 1,87 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

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

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

$$m = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{I_{max}}{I_{sec}}} - \frac{1}{2} = 3, \lambda_2 = (2m+1) \frac{\lambda_1}{2}$$

$$\lambda_2 = 9 \cdot 1,87 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 1,683 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 168,3 \text{ nm}$$