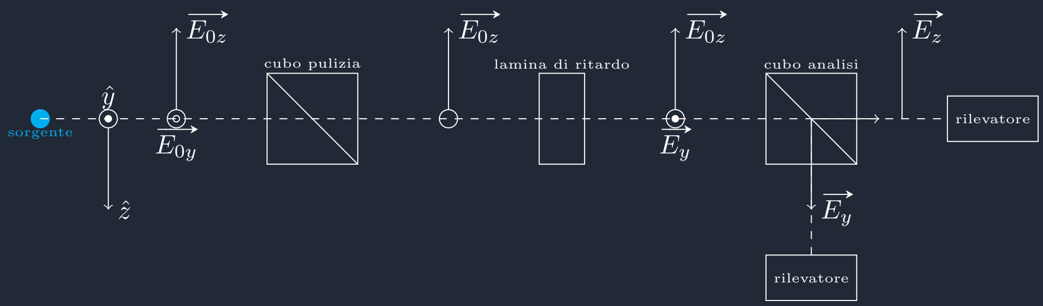
Ottica

Tommaso Miliani

08-10-25

1 Esperienza Polarizzazione



Si studiano le leggi di trasformazione della polarizzazione di una onda polarizzata linearmente che incide su di una lamina di ritardo con angolo generico tra polarizzazione incidente e gli assi della lamina. z e y sono gli assi del cubo polarizzatore mentre gli assi a e b sono gli assi della lamina rispettivamente dell'asse lento e di quello veloce. Il campo magnetico uscente dal cubo polarizzatore è dato da

$$\overrightarrow{E_{tot}} = \left(E_{0z}\cos^2\theta(\psi+\delta\phi) + E_{0z}\sin^2\theta\cos\psi\right)\hat{z} + \left(E_{0z}\cos\theta\sin\theta\cos(\psi+\delta\phi) - E_{0z}\sin\theta\cos\psi\cos\theta\right)\hat{y}$$

Il fascio di luce passa dopo attraverso una lamina di ritardo e dunque il campo elettrico sarà modificato ed è possibile esprimerlo attraverso gli assi fast e slow come:

$$\overrightarrow{E_{out}} = E_{0z}\cos\theta\cos(\psi+\delta\phi)\hat{a} - E_{0z}\sin\theta\cos\psi\hat{b}$$

Dove

$$\hat{a} = \cos\theta\hat{z} + \sin\theta\hat{y} \qquad \hat{b} = -\sin\theta\hat{z} + \cos\theta\hat{y}$$

1.1 Lamina $\frac{\lambda}{2}$

La prima lamina è una lamina $\frac{\lambda}{2}$ e il suo $\delta\phi = \pi$, il campo elettrico totale uscente dalla lamina può essere espresso come

$$\overrightarrow{E_{out}} = E_{0z}\left(-\cos^2\theta\cos\psi + \sin^2\theta\cos\psi\right)\hat{z} - 2E_{0z}\sin\theta\cos\theta\cos\psi\hat{y} = -E_{0z}\cos\psi\left(\cos 2\theta\right)\hat{z} - E_{0z}\sin 2\theta\cos\psi\hat{y}$$

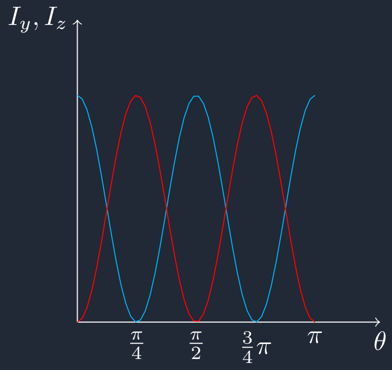
Allora l'intensità media rispetto all'asse z in uscita dalla lamina di ritardo sarà

$$I_z = c\epsilon_0\left\langle E_z^2\right\rangle = c\epsilon_0\left\langle E_{0z}^2\cos^2\psi\right\rangle\cos^2 2\theta \tag{1}$$

Dove il termine $c\epsilon_0\left\langle E_{0z}^2\cos^2\psi\right\rangle$ indica l'intensità luminosa iniziale prima di attraversare la lamina di ritardo. Si può esprimere ora l'intensità luminosa della luce rispetto all'asse y e tracciarne il grafico (sia di I_y che di

I_z):

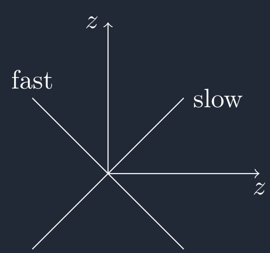
$$I_y = I_0 \sin^2 2\theta$$



Dove il tratto rosso corrisponde all'intensità sull'asse y ed il tratto ciano rappresenta l'intensità sull'asse z. La lamina ha un asse slow diretto lungo $\hat{a}$ diretto lungo l'asse $\hat{z}$; dunque rimane una polarizzazione lineare in quanto la lamina ritarda solamente l'oscillazione dell'onda. la prima lamina con $\theta = 0$ non cambia la polarizzazione mentre una lamina con angolo $\theta \neq 0$ lo fa.

1.2 Lamina $\frac{\lambda}{4}$

Mettendo la lamina a $\frac{\pi}{4}$ rispetto alla posizione iniziale e non ho più luce polarizzata nel verso $\hat{z}$ ma sarà tutta polarizzata verso $\hat{y}$ dunque I_y ha un minimo. $\delta\phi = \frac{\pi}{2}$.



Il campo elettrico in uscita dalla lamina ha la seguente espressione (derivata dall'espressione all'inizio della sezione):

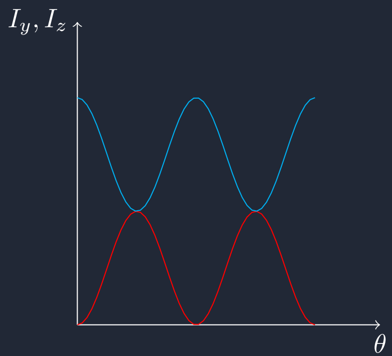
$$\overrightarrow{E_{out}} = E_{0z}\left(\cos^2\theta(-\sin\psi) + \sin^2\theta\cos\psi\right)\hat{z} + E_{0z}\left(-\sin\psi\cos\theta\sin\theta - \cos\psi\sin\theta\cos\theta\right)\hat{y}$$

Posso ottenere i moduli dei campi elettrici nelle due direzioni elevando al quadrato e poi, moltiplicando per ϵ_0 e c e mediando nel tempo si ha che

$$I_z = c\epsilon_0\left\langle E_z^2\right\rangle = c\epsilon_0\left\langle E_0^2(sin^2\psi\cos^4\theta + \sin^4\theta\cos^2\psi)\right\rangle = I_0\left(1 - \frac{1}{2}\sin^2(2\theta)\right)$$

$$I_y 0 \frac{I_0}{2}\sin^2(2\theta)$$

La lamina $\frac{\lambda}{4}$ spancia l'ellisse che descrive il luogo dei punti che attraversano il campo elettrico.



Di conseguenza, lungo y non ho mai l'intensità riflessa dal mio cubo, al minimo ne ho la metà. Se la lamina introduce shift di fase lungo z non cambia la mia polarizzazione quindi lungo y ho zero luce e dunque avrò una polarizzazione ellittica.