Ottica

Pietro Garofalo

July 13, 2022

Contents

Chapter 1

Gli stati di polarizzazione

In generale possiamo esprimere la luce come un campo elettrico

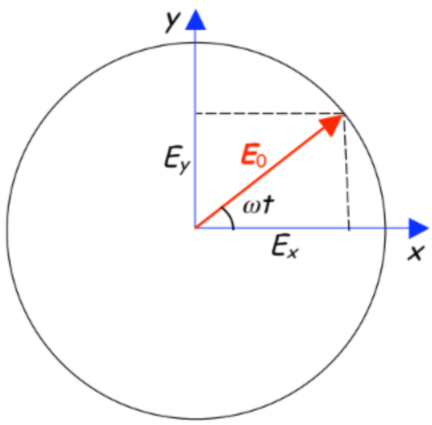
$$\vec{\mathbf{E}} = \vec{\mathbf{E_0}} \exp\{i(\mathbf{kr} - \omega t + \phi)\}$$

Il vettore $\vec{\mathbf{E}}$ è scomponibile in due componenti tra loro sempre ortogonali

ATTENZIONE !

se la differenza di fase tra le due componenti $\vec{\mathbf{E_x}}$ ed $\vec{\mathbf{E_y}}$ si mantiene costante si dice che la luce è **polarizzata**, se invece essa varia nel tempo in modo casuale allora è **non polarizzata**, es la luce del sole.

Semplicemente la polarizzazione ci dice come sono correlate le due componenti del campo elettrico, ve ne sono diverse, per esempio prendiamo una luce polarizzata circolarmente:



ossia una luce che ha la compomente x massima quando quella y è nulla.

Possiamo rappresentarla nel seguente modo:

$$\vec{\mathbf{E}} = \vec{\mathbf{E}}_{0x}\cos(kz-\omega t) + \vec{\mathbf{E}}_{0y}\sin(kz-\omega t)$$

passando ora alla notazione complessa :

$$\vec{\mathbf{E}} = \vec{\mathbf{E}}_{0x}\exp\{i(kz-\omega t)\} + \vec{\mathbf{E}}_{0y}\exp\Big\{i(kz-\omega t) \pm \frac{\pi}{2}\Big\}$$

$$= \vec{\mathbf{E}}_{0x}\exp\{i(kz-\omega t)\} + \vec{\mathbf{E}}_{0y} i \exp\{i(kz-\omega t)\}$$

dove non ho fatto altro che riscrivere il seno come il coseno più o meno $\frac{\pi}{2}$.

1.1 Il vettore di Jones

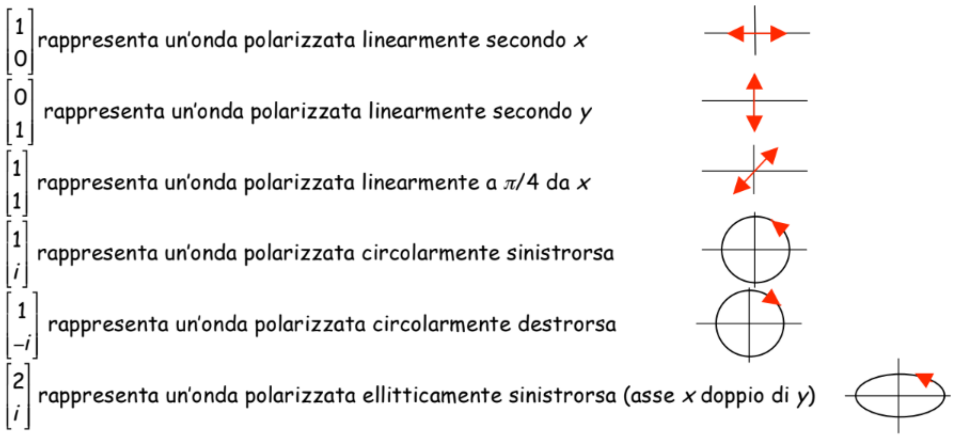
Dalla formula ricavata prima si nota subito che possiamo riscrivere l'onda come :

$$\vec{\mathbf{E}} = \vec{\mathbf{E}}_0 \vec{\mathbf{J}} \exp\{i(kz-wt)\}$$

Dove il vettore $\vec{\mathbf{J}}$ rappresenta proprio la polarizzazione ed è definito come **vettore di Jones** che nel caso della polarizzazione circolare vale :

$$\vec{\mathbf{J}} = \begin{pmatrix} 1 \\ i \end{pmatrix}$$

Tutte le polarizzazioni e i corrispondenti vettori di Jones li allego in figura In quest'ottica



dunque gli effetti degli elementi ottici come per esempio le lamine $\lambda/4$ o $\lambda/2$, vengono rappresentati come **matrici di Jones**.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ Polarizzatore lineare orizzontale} \tag{5.8}$$

$\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ Polarizzatore lineare verticale

$\frac{1}{2}\begin{bmatrix} 1 & \pm 1 \\ \pm 1 & 1 \end{bmatrix}$ Polarizzatore lineare a $\pm\pi/4$

$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{bmatrix}$ Lamina quarto d'onda ($\lambda/4$) (sfasa di $\pi/2$ le componenti x e y) con asse ottico orizzontale

$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -i \end{bmatrix}$ Lamina $\lambda/4$ con asse ottico verticale

$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ Lamina $\lambda/2$ (sfasa di π le componenti x e y) con asse ottico verticale oppure orizzontale

$\frac{1}{2}\begin{bmatrix} 1 & i \\ -i & 1 \end{bmatrix}$ Induce una polarizzazione circolare destrorsa

$\frac{1}{2}\begin{bmatrix} 1 & -i \\ i & 1 \end{bmatrix}$ Induce una polarizzazione circolare sinistrorsa

Facciamo un esempio, prendiamo una luce polarizzata a 45 che passa attraverso una lamina $\lambda/4$:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ i \end{pmatrix}$$

si ottiene una luce polarizzata circolarmente. Si possono ottenere inoltre gli effetti di altri elementi ottici ruotando quello originale. Prendendo la matrice di rotazione :

$$R(\theta) = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

allora la nuova matrice $\mathbf{T}'$ si ottiene:

$$\mathbf{T}' = \mathbf{R}(\theta)\mathbf{T}\mathbf{R}(-\theta)$$

ATTENZIONE !

Il fatto che se per esempio prendo un polaroid orizzontale e lo giro di 90 gradi ottendo un polaroid verticale funzione perchè gli elementi ottici hanno un asse preferenziale chiamato **asse ottico**