Óptica Matricial

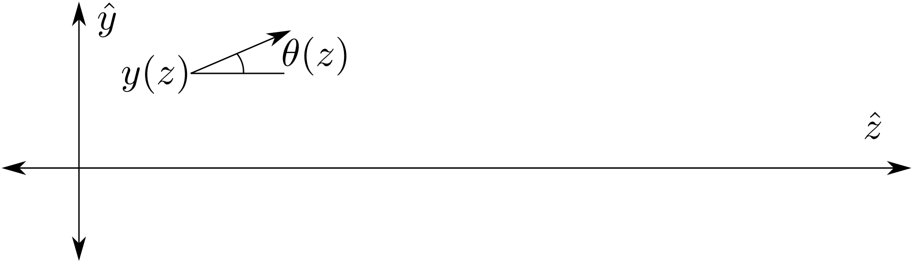
F Munoz

Departamento de Física, Fac. de Ciencias, Universidad de Chile

30 de junio de 2020

Óptica Matricial

Consideremos un rayo de luz como un vector. El eje óptico es $\hat{z}$ y la dirección perpendicular es $\hat{y}$. El vector puede ser completamente caracterizado por su posición y ángulo respecto del eje: $\vec{r}(z) = (y(z), \theta(z))^T$



Óptica Matricial

Bajo la aprox. paraxial, podemos escribir $\vec{r}(z) = (y(z), y'(z))^T$.
Al avanzar en $\hat{z}$, el rayo varía su posición y ángulo. Podemos escribir:

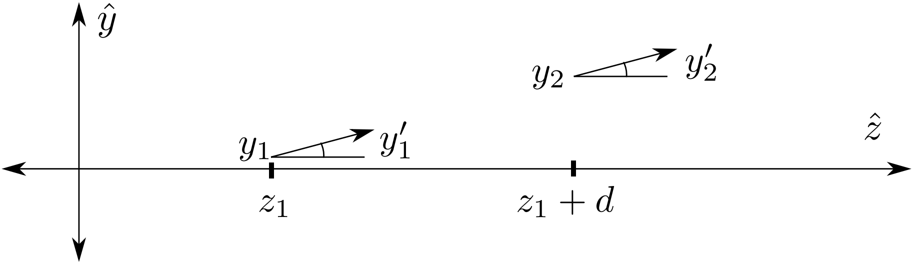
$$\vec{r}_1 = (y_1, y_1')^T \quad (1)$$

$$\vec{r}_2 = (y_2, y_2')^T \quad (2)$$

Con $2 > 1$ $(2, 1$ significan z_2, $z_1)$. Relacionamos $\vec{r}_2 = T_{12}\vec{r}_1$.
T_{12} es una matriz que depende de (y_1, y_1') y (y_2, y_2').

Propagación en el espacio libre

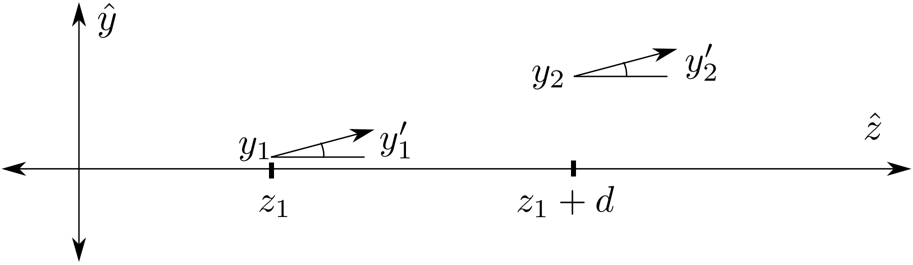
Encuentre la matriz que representa la propagación del espacio libre, al avanzar de z_1 a $z_1 + d$



$$\begin{pmatrix} y_2 \\ y_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_1' \end{pmatrix} \tag{3}$$

Propagación en el espacio libre

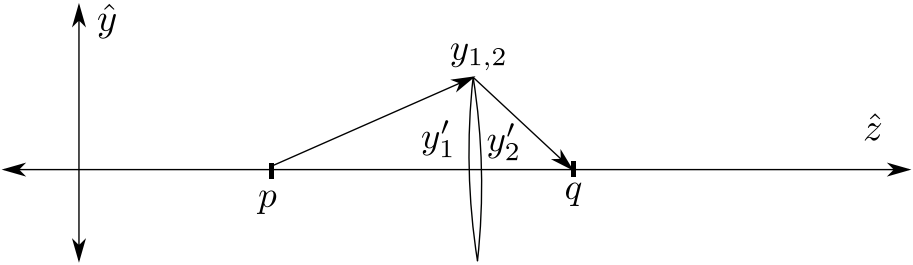
Encuentre la matriz que representa la propagación del espacio libre, al avanzar de z_1 a $z_1 + d$



$$\begin{pmatrix} y_2 \\ y_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_1' \end{pmatrix} \tag{4}$$

Propagación de un lente delgado

Encuentre la matriz que representa la propagación de un lente delgado:
$y_1 = y_2$



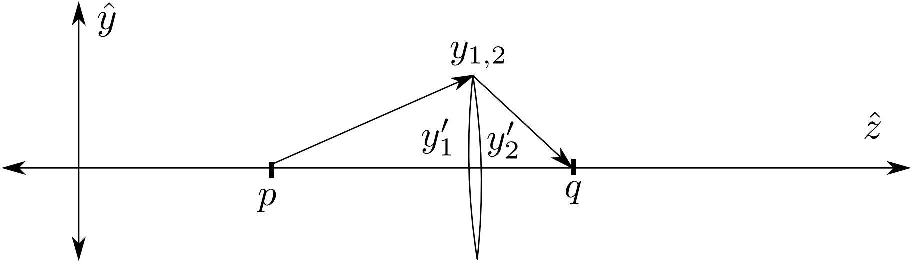
$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y'_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y'_1 \end{pmatrix} \tag{5}$$

Propagación de un lente delgado

podemos aproximar las pendientes:

$$y_1' = \frac{y_1}{p} \tag{6}$$

$$y_2' = -\frac{y_1}{q} = -y_1\left(\frac{1}{f} - \frac{1}{p}\right) = -\frac{y_1}{f} + y_1' \tag{7}$$



$$\begin{pmatrix} y_2 \\ y_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_1' \end{pmatrix} \tag{8}$$

Otros casos

Espejo curvo ($y_2 = y_1$):

$$\begin{pmatrix} y_2 \\ y_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{2}{R} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_1' \end{pmatrix} \tag{9}$$

Interfaz Refractiva plana ($y_2 = y_1$):

$$\begin{pmatrix} y_2 \\ y_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \frac{n_1}{n_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_1' \end{pmatrix} \tag{10}$$