17. Polarizacion 101

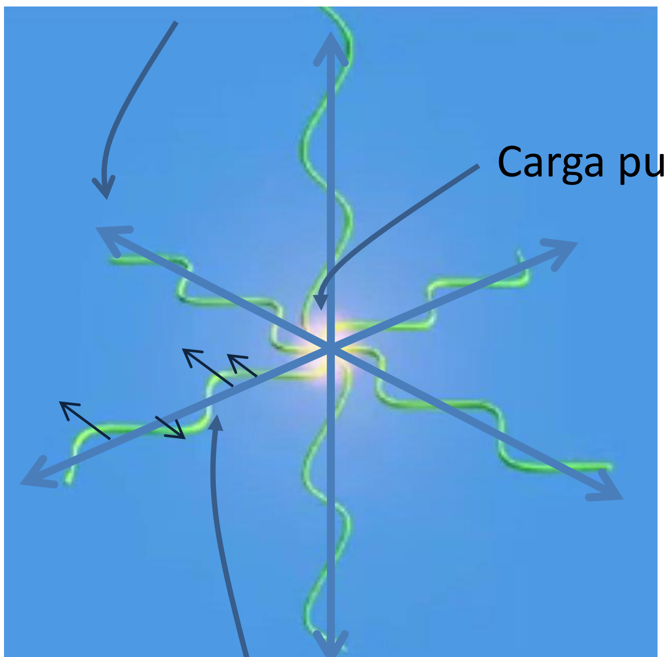
Polarizacion

Caracter vectorial de la luz

$$\vec{\psi}(x,t) = \overrightarrow{\boldsymbol{E_0}}\cos(kz - w\,t + \varphi_0)$$

direccion de propagación (rayo)

Carga puntual acelerada



direccion de $\overrightarrow{E_0}$

La luz es una onda, i.e. una perturbación que se propaga.

En cada punto del espacio la perturbación **es** el campo **E**

En cada punto E tiene
magnitud
direccion
sentido

Perturbación armonica que se propaga

$$\psi(x,t) = E_0\ \cos(\underbrace{kx - w\,t + \varphi_0}_{\varphi\text{:fase de la onda}})$$

Periodicidad espacial	Periodicidad Temporal	Fase inicial

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Nro de onda
(periodo espacial)

Long de onda

$$w = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

Frecuencia
angular

Periodo temporal

$$\varphi_0$$

λ : Desplazamiento en x que hace que la fase de la onda se incremente en 2π

T : Desplazamiento en t que hace que la fase de la onda se incremente en 2π

$$v = \frac{w}{k}$$

$$\psi(x,t) = E_0\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{2\pi}{T}t + \varphi_0)$$

$$v = \lambda\, f$$

Perturbación armonica que se propaga

$$\vec{\psi}(x,t) = \vec{\mathrm{E}}_0 \cos(\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{2\pi}{T}t + \varphi_0)$$

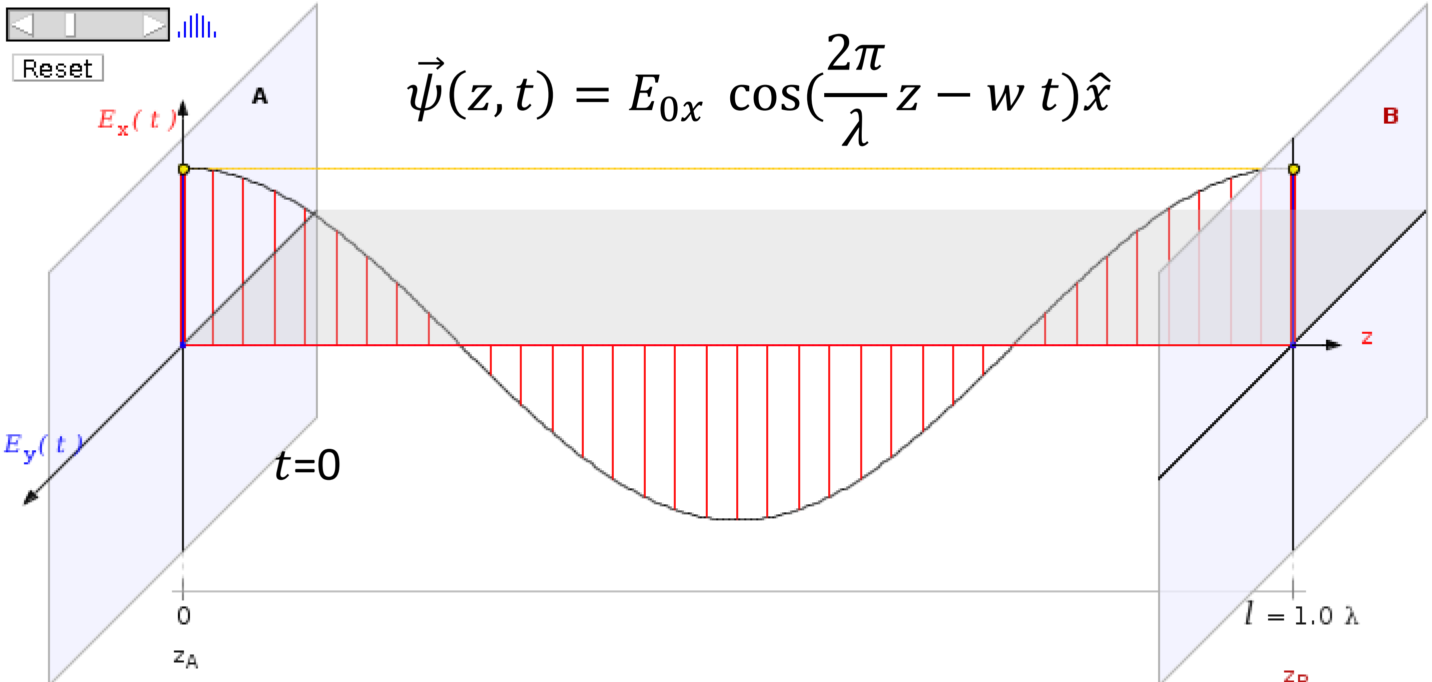
$$v = \lambda\, f$$

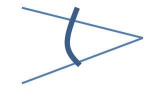
http://em8e.eecs.umich.edu/jws/ch7/mod7_4/mod7_4_webstart.jnlp

applet

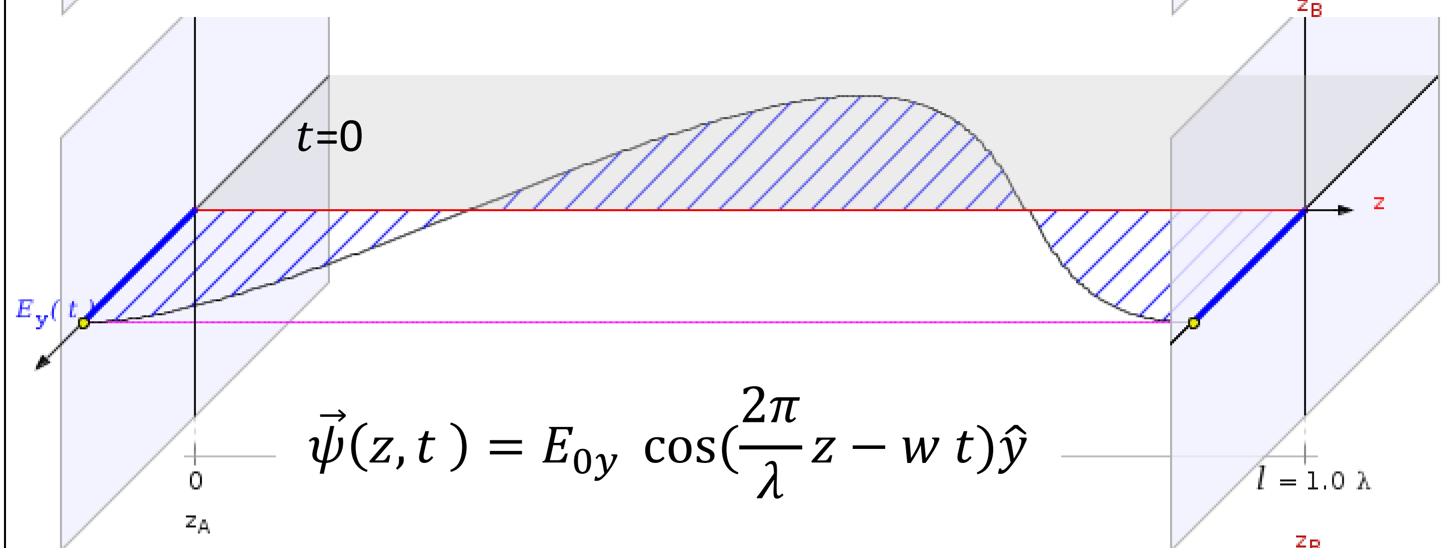
Estados de polarización: ej de pol. lineal

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x}$$





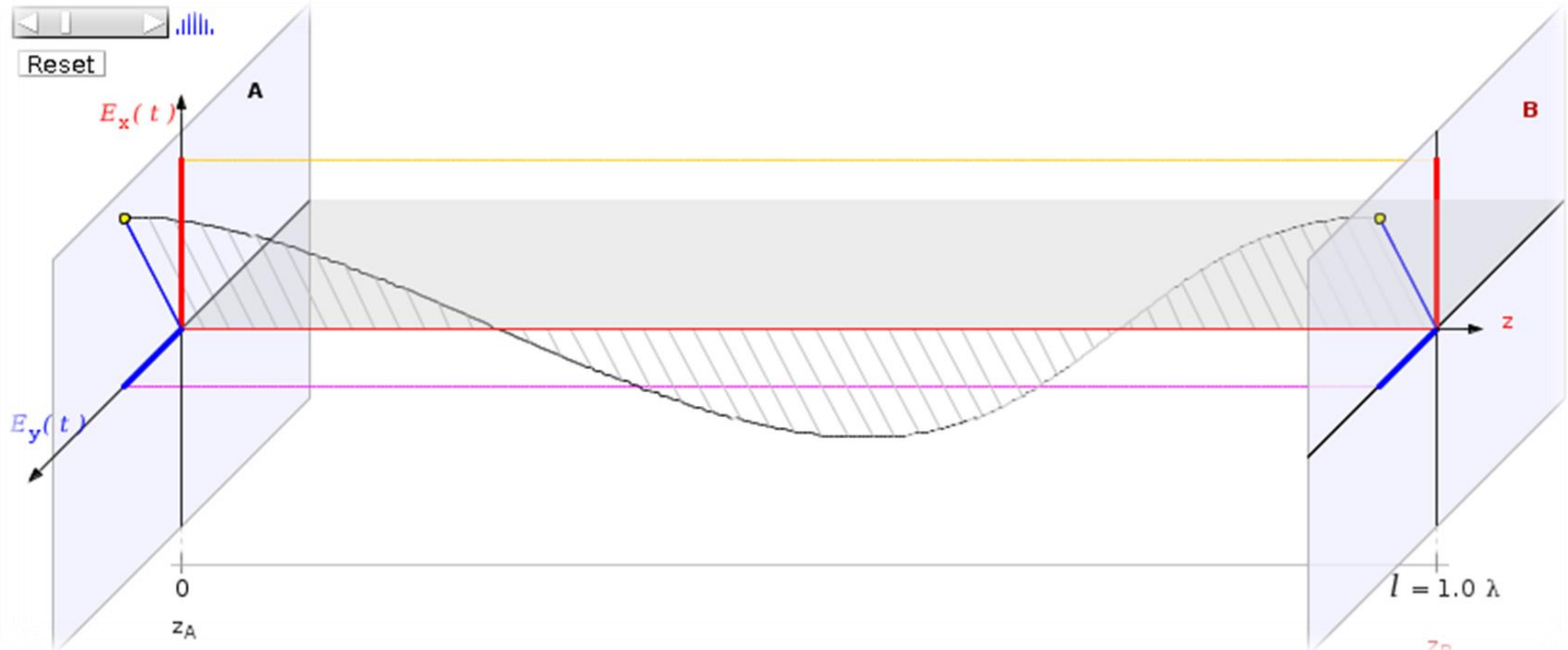
Onda polarizada en $\hat{x}$



$$\vec{\psi}(z,t\ ) = E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{y}$$

Onda polarizada en $\hat{y}$

Que pasa si justo no coincide?



$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \varphi_x)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \varphi_y)\hat{y}$$

Estado de polarización de una onda

El estado de polarización más general para una onda que se propaga según la dirección *z* puede modelarse como la superposición de dos ondas **de igual frecuencia** que se propagan en z: una onda oscilante en la dirección *x* y la otra según *y*:

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \varphi_x)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \varphi_y)\hat{y}$$

φ_y=$\varphi_x + \varepsilon$

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \varphi_x)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \varphi_x + \varepsilon)\hat{y}$$

diferencia de fase entre
onda *y* y onda en *x*

Estado de polarización de una onda

El estado de polarización más general para una onda que se propaga según la dirección *z* puede modelarse como la superposición de dos ondas **de igual frecuencia** que se propagan en z: una onda oscilante en la dirección *x* y la otra según *y*:

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \varphi_x)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \varphi_y)\hat{y}$$

$$\vec{\psi}(z,t) = \boldsymbol{E_{0x}}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \varphi_x)\hat{x} + \boldsymbol{E_{0y}}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \varphi_x + \boldsymbol{\varepsilon})\hat{y}$$

Estos parámetros son los que definen como se mezclan las contribuciones en *x* e *y* , por lo que terminan definiendo el estado de polarización de la onda.

Diferencia de fases y desfasajes

$$\psi(x,t) = E_0 \cos(\frac{2\pi}{\lambda} x + \varepsilon)$$

$$\psi(x,t) = E_0 \cos(\frac{2\pi}{\lambda} x + \frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{2\pi} \varepsilon)$$

$$= E_0 \cos(\frac{2\pi}{\lambda}(x + \frac{\lambda}{2\pi} \varepsilon))$$

$\varepsilon = 0$ $\quad \delta x = 0$

δx

desfasaje ε medido en escala espacial

x

Diferencia de fases y desfasajes

$$\psi(x,t) = E_0\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}x + \varepsilon)$$

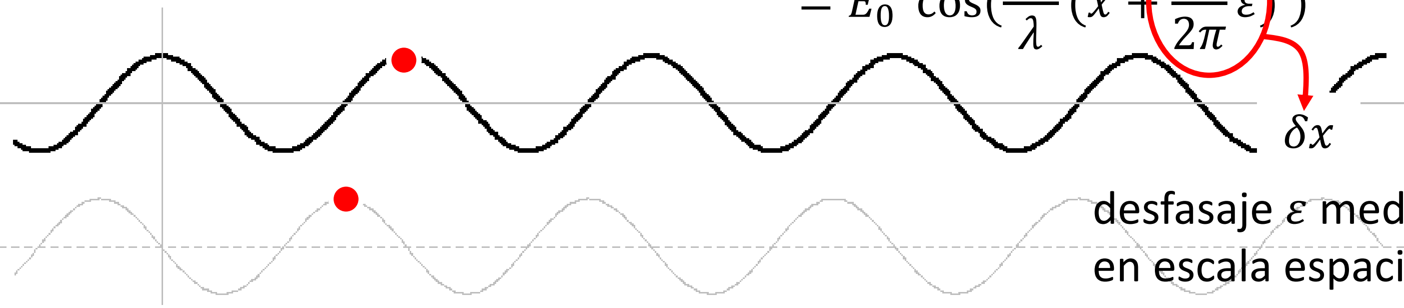
$$\psi(x,t) = E_0\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{2\pi}\varepsilon)$$

$$= E_0\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}(x + \frac{\lambda}{2\pi}\varepsilon))$$

δx

$\varepsilon = 0 \qquad \delta x = 0$

$\varepsilon = \frac{\pi}{2} \qquad \delta x = \frac{\lambda}{4}$



desfasaje ε medido
en escala espacial

$\delta x > 0$: desplazamiento a izquierda
$\delta x < 0$: desplazamiento a derecha

x

Diferencia de fases y desfasajes

$$\psi(x,t) = E_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}x + \varepsilon\right)$$

$$\psi(x,t) = E_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{2\pi}\varepsilon\right)$$

$$= E_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\left(x + \frac{\lambda}{2\pi}\varepsilon\right)\right)$$

δx

desfasaje ε medido en escala espacial

$\delta x > 0$: desplazamiento a izquierda
$\delta x < 0$: desplazamiento a derecha

$\varepsilon = 0 \qquad \delta x = 0$

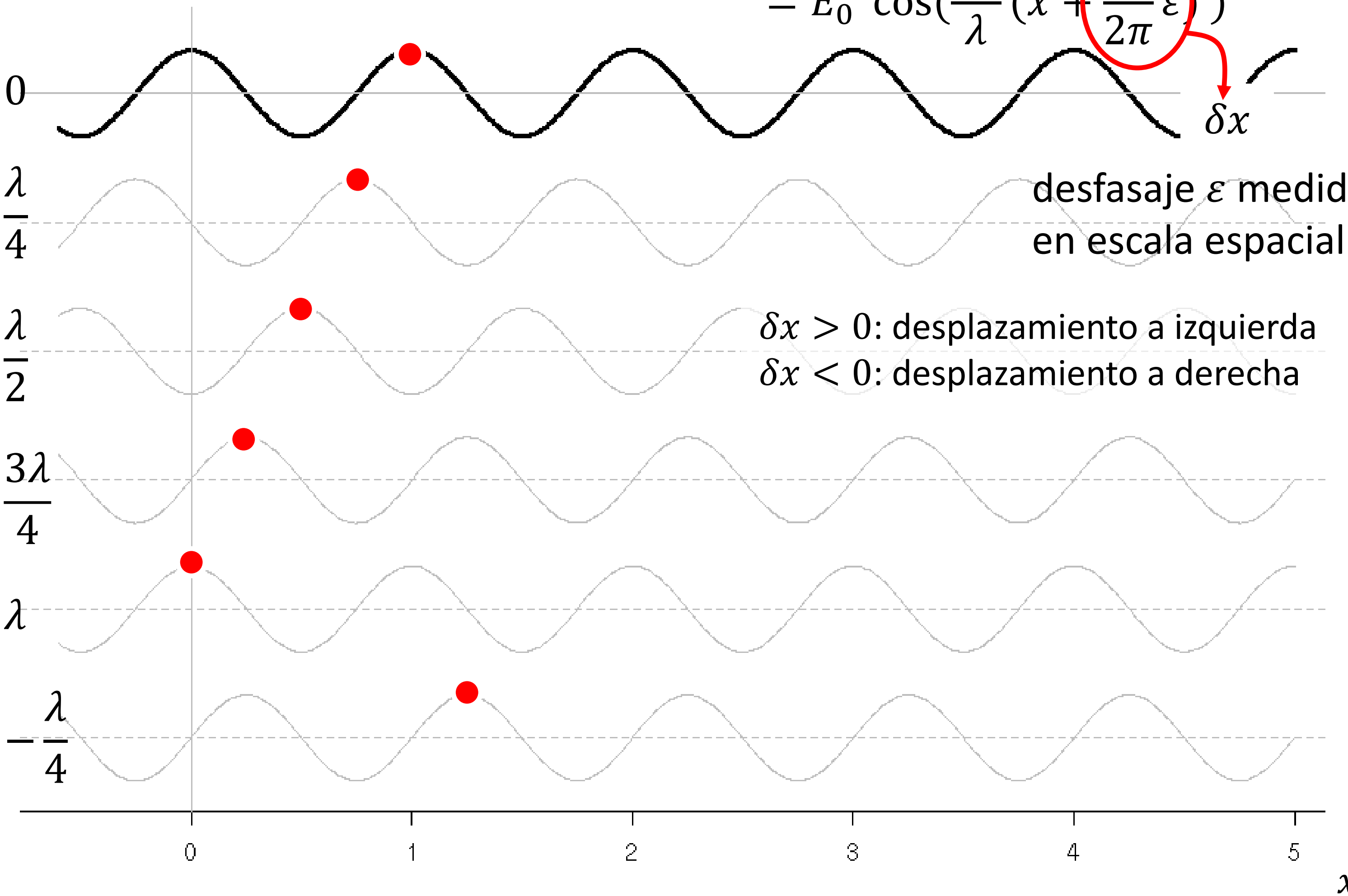
$\varepsilon = \frac{\pi}{2} \qquad \delta x = \frac{\lambda}{4}$

$\varepsilon = \pi \qquad \delta x = \frac{\lambda}{2}$

$\varepsilon = \frac{3\pi}{2} \qquad \delta x = \frac{3\lambda}{4}$

$\varepsilon = 2\pi \qquad \delta x = \lambda$

$\varepsilon = -\frac{\pi}{2} \qquad \delta x = -\frac{\lambda}{4}$

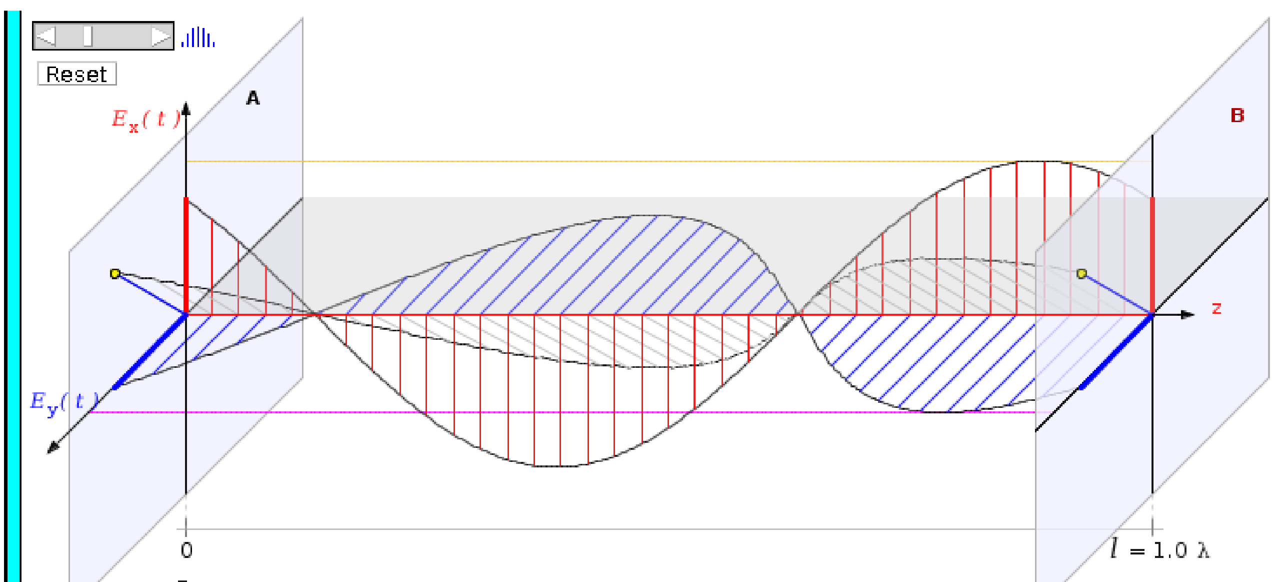


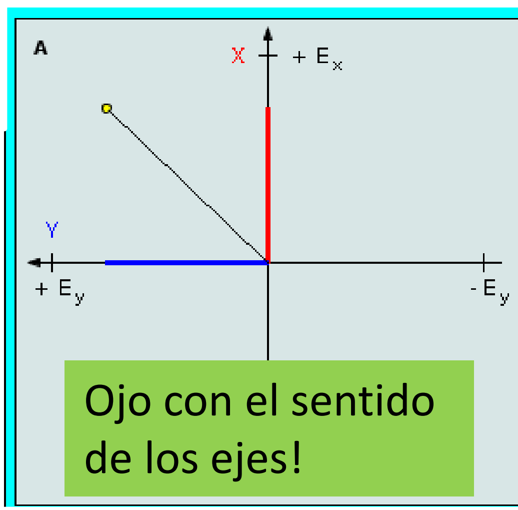
Polarización lineal 1

El estado de **polarización lineal** para una onda que se propaga según la dirección *z* puede modelarse como la superposición de dos ondas **de igual frecuencia** que se propagan en z: una onda oscilante en la dirección *x* y la otra según *y*:

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda} z - w\ t)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda} z - w\ t + \varepsilon)\hat{y}$$

con ε=0 o mas general: $\varepsilon = \pm m\ 2\pi$





applet

Polarización lineal 1

El estado de **polarización lineal** para una onda que se propaga según la dirección *z* puede modelarse como la superposición de dos ondas **de igual frecuencia** que se propagan en z: una onda oscilante en la dirección *x* y la otra según *y*:

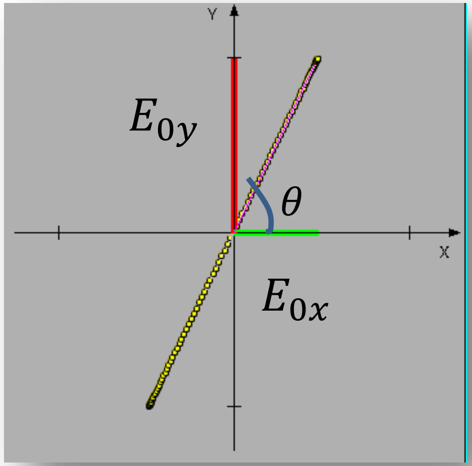
$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \varepsilon)\hat{y}$$

con ε=0 o mas general: $\varepsilon = \pm m\ 2\pi$

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{y}$$

$$\vec{\psi}(z,t) = \underbrace{\left(E_{0x}\hat{x} + E_{0y}\hat{y}\right)}_{\text{dirección constante}}\cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)$$

dirección constante $\longrightarrow$ $\tan\theta = \dfrac{E_{0y}}{E_{0x}}$



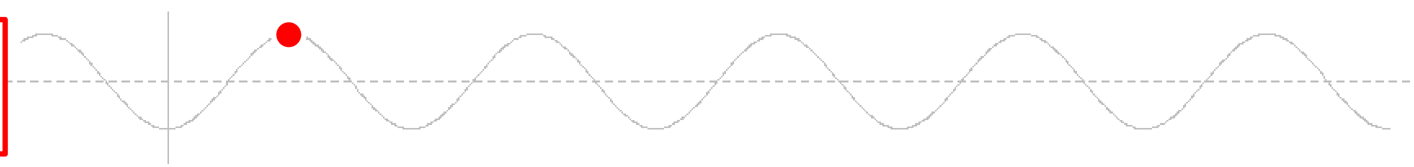
Polarización lineal 2

Supongamos ahora que $\varepsilon = \pm\,\pi$ o mas general: $\varepsilon = \pm\pi \pm 2m\pi$

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \pi)\hat{y}$$

$\varepsilon = 0 \qquad \delta x = 0$

$\varepsilon = \pi \qquad \delta x = \frac{\lambda}{2}$



Polarización lineal 2

Supongamos ahora que $\varepsilon = \pm\pi$ o mas general: $\varepsilon = \pm\pi \pm 2m\pi$

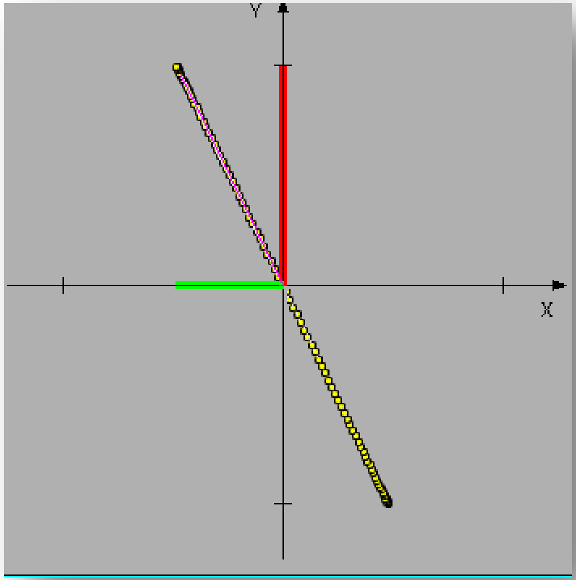
$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \pi)\hat{y}$$

applet

Usando que $\cos(a \pm b) = \cos a \cos b \mp \sin a \sin b$

$$\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \pi\right) = \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t\right)\overset{-1}{\cos\pi} - \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t\right)\cancel{\sin\pi}$$

$$= -\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t\right)$$



$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t)\hat{x} - E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t)\hat{y}$$

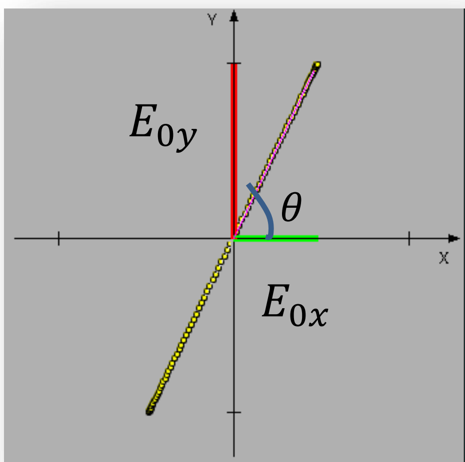
$$\vec{\psi}(z,t) = \left(E_{0x}\hat{x} - E_{0y}\hat{y}\right)\cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t)$$

O sea…polarización lineal

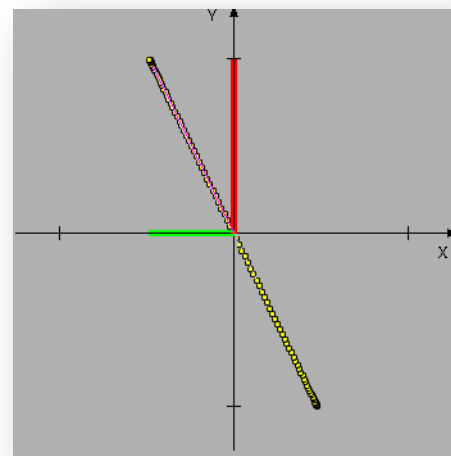
El estado de **polarización lineal** para una onda que se propaga según la dirección *z* puede modelarse como la superposición de dos ondas **de igual frecuencia** que se propagan en z: una onda oscilante en la dirección *x* y la otra según *y*:

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda} z - w\ t)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda} z - w\ t + \varepsilon)\hat{y}$$

ε=0 $\quad \varepsilon = m\ 2\pi \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, ..$ $\quad \varepsilon = \pm\pi + 2\pi\ m$



$$\tan\theta = \frac{E_{0y}}{E_{0x}}$$



Polarización Circular

El estado de **polarización circular** para una onda que se propaga según la dirección *z* puede modelarse como la superposición de dos ondas **de igual amplitud y frecuencia, desfasadas en π/2 radianes** que se propagan en z:

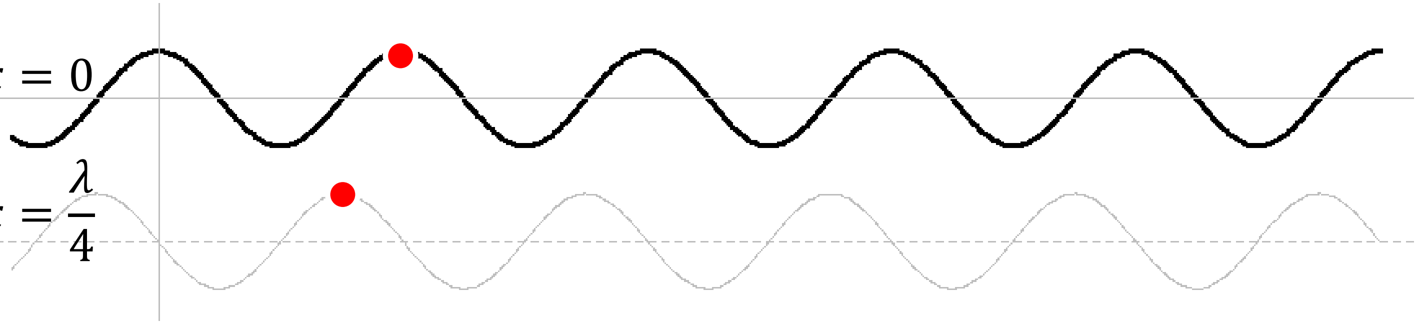
$$\vec{\psi}(z,t) = \boldsymbol{E_{0x}}\ \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t\right)\hat{x} + \boldsymbol{E_{0y}}\ \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \boldsymbol{\varepsilon}\right)\hat{y}$$

$\varepsilon = \pi/2$
$E_{0x} = E_{0y}$

$$\delta x = \frac{\lambda}{2\pi}\varepsilon$$

$\varepsilon = 0$ $\qquad \delta x = 0$

$\varepsilon = \frac{\pi}{2}$ $\qquad \delta x = \frac{\lambda}{4}$



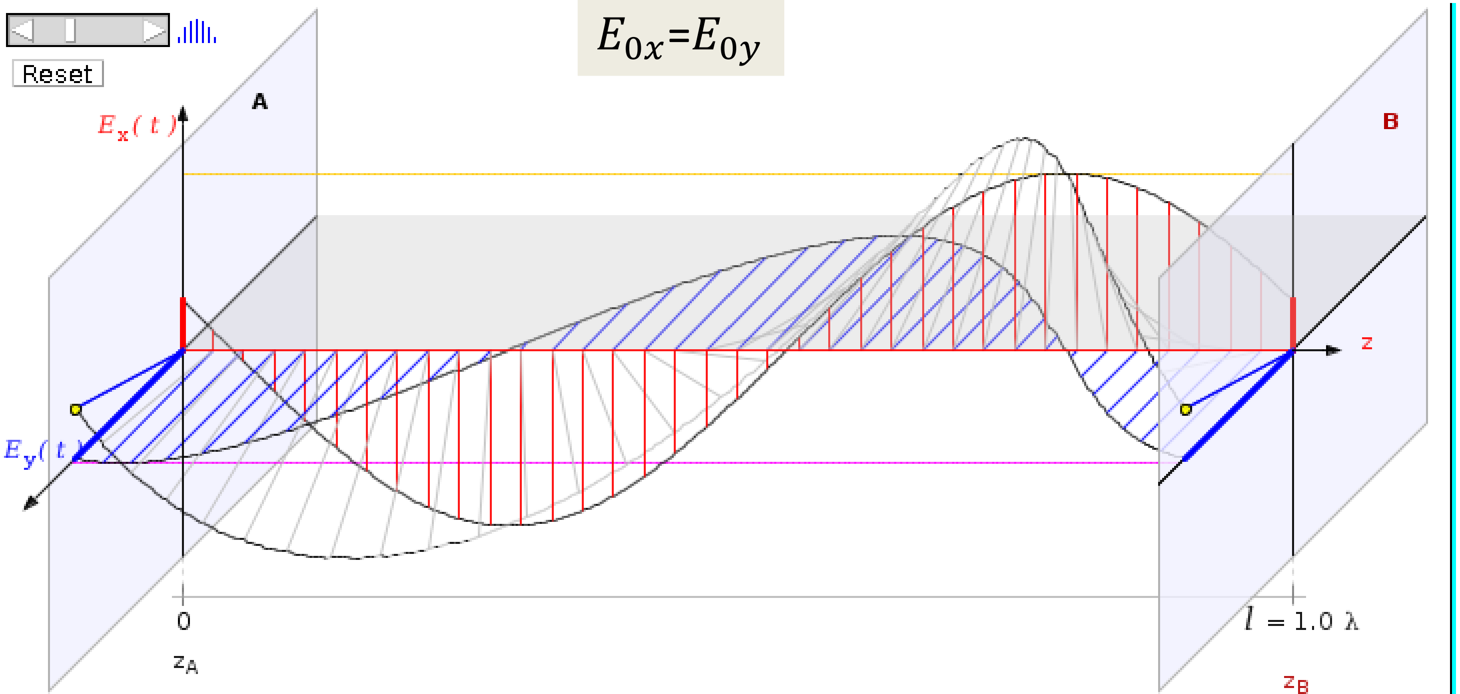
Polarización Circular

El estado de **polarización circular** para una onda que se propaga según la dirección *z* puede modelarse como la superposición de dos ondas **de igual amplitud y frecuencia, desfasadas en π/2 radianes** que se propagan en z:

$$\vec{\psi}(z,t) = \boldsymbol{E_{0x}}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x} + \boldsymbol{E_{0y}}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \boldsymbol{\varepsilon})\hat{y}$$

$\varepsilon = \pi/2$

$E_{0x} = E_{0y}$



applet

Polarización Circular

El estado de **polarización circular** para una onda que se propaga según la dirección z puede modelarse como la superposición de dos ondas **de igual amplitud y frecuencia, desfasadas en $\pm$ π/2 radianes** que se propagan en z:

$$\vec{\psi}(z,t) = \boldsymbol{E_{0x}}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x} + \boldsymbol{E_{0y}}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t + \boldsymbol{\varepsilon})\hat{y}$$

$\varepsilon = \pm\pi/2 \qquad E_{0x} = E_{0y}$

Usando que $\quad \cos(a \pm b) = \cos a \cos b \mp \sin a \sin b$

1

$$\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t \pm \pi/2\right) = \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t\right)\cancel{\cos \pi/2} \mp \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t\right)\sin \pi/2$$

$$= \mp\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t\right)$$

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \underline{\left[\cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x} \mp\ sin(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{y}\ \right]}$$

Versor que gira con t

O sea…Polarización Circular

El estado de **polarización circular** para una onda que se propaga según la dirección *z* puede modelarse como la superposición de dos ondas **de igual amplitud y frecuencia, desfasadas en $\pm$ π/2 radianes** que se propagan en z:

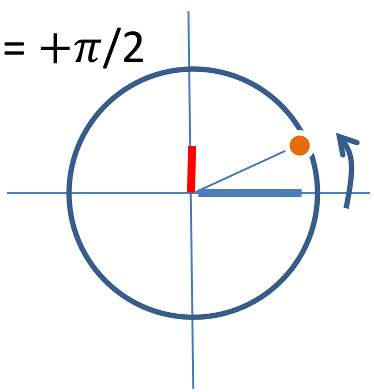
$$\vec{\psi}(z,t) = \boldsymbol{E_{0x}}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x} + \boldsymbol{E_{0x}}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t \pm \pi/2)\hat{y}$$

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \left[\cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x} \mp\ sin(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{y}\ \right]$$

$$-\,sin(w\ t)\ = sin(-w\ t)$$

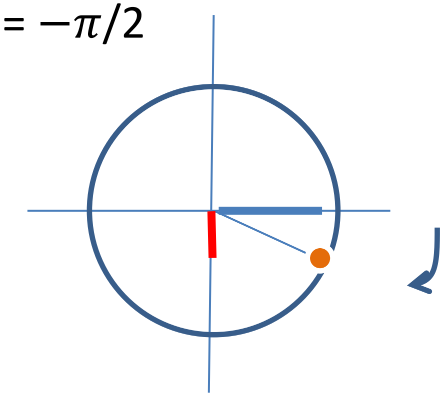
Ejemplo: $\vec{\psi}(z=0,t) = E_{0x}\ [\cos(w\ t)\hat{x} \pm\ sin(w\ t)\hat{y}\ ]$

ε= $+\pi/2$



Luz circular izquierda
(anti-horaria)

ε= $-\pi/2$



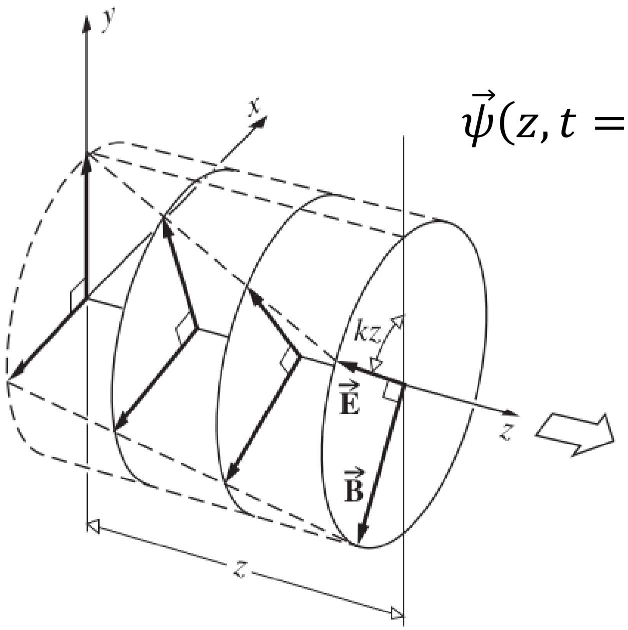
Luz circular derecha
(horaria)

Una cosa…

$$\vec{\psi}(z,t) = \boldsymbol{E_{0x}}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x} + \boldsymbol{E_{0x}}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t \pm \pi/2)\hat{y}$$

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\left[\cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{x} \mp\ sin(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\ t)\hat{y}\ \right]$$

Ejemplo: $\vec{\psi}(z=0,t) = E_{0x}\,[\cos(w\ t)\hat{x} \pm\ sin(w\ t)\hat{y}\ ]$



$$\vec{\psi}(z,t=0) = E_{0x}\left[\cos(\frac{2\pi}{\lambda}z)\hat{x} \mp\ sin(\frac{2\pi}{\lambda}z)\hat{y}\ \right]$$

Como funcion de *z*
gira para el otro lado

applet

Polarización Elíptica: caso particular

$$\vec{\psi}(z,t) = \boldsymbol{E_{0x}}\ \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t\right)\hat{x} + \boldsymbol{E_{0y}}\ \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \boldsymbol{\varepsilon}\right)\hat{y}$$

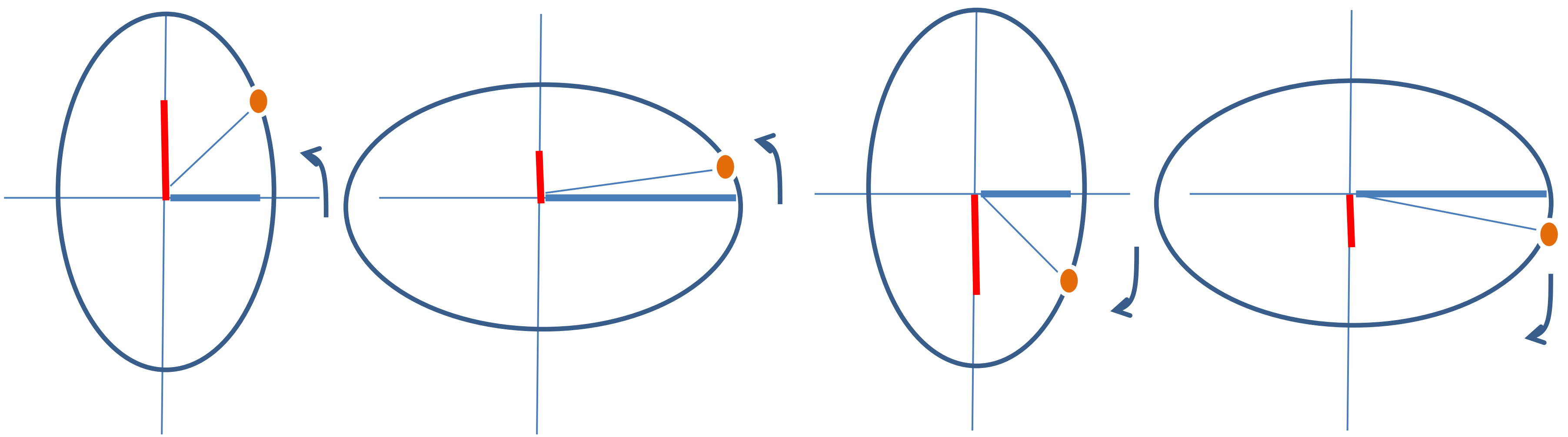
$\varepsilon = \pm\pi/2 \qquad E_{0x} \neq E_{0y}$

$\varepsilon = +\pi/2$

$E_{0x} < E_{0y}$ $\qquad$ $E_{0x} > E_{0y}$

$\varepsilon = -\pi/2$

$E_{0x} < E_{0y}$ $\qquad$ $E_{0x} > E_{0y}$



Polarización elíptica. Caso general

- En realidad los casos de polarizacion lineal y circular vistos hasta ahora pueden ser considerados como casos particulares de un estado de **polarización elíptico.**

$$\vec{\psi}(z,t) = \boldsymbol{E_{0x}} \cos(\frac{2\pi}{\lambda} z - w\,t)\hat{x} + \boldsymbol{E_{0y}} \cos(\frac{2\pi}{\lambda} z - w\,t + \boldsymbol{\varepsilon})\hat{y}$$

- Veamoslo en un **applet** primero.

Polarización elíptica. Caso general

$$\vec{\psi}(z,t) = E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \varphi_x)\hat{x} + E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \varphi_y)\hat{y}$$

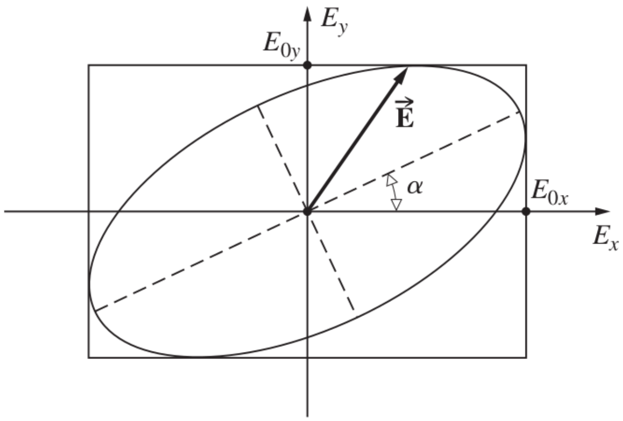
$$\varphi_y = \varphi_x + \varepsilon$$

$$\vec{\psi}(z,t) = \underbrace{E_{0x}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \varphi_x)\hat{x}}_{E_x} + \underbrace{E_{0y}\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \varphi_x + \varepsilon)\hat{y}}_{E_y}$$

Se puede demostrar (les dejo las filminas al final para los que tengan ganas) que si vale la ecuacion de arriba tambien vale la de abajo. Ecuacion quue relaciona E_x con E_y

$$\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2 + \left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)^2 - 2\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)\cos\boldsymbol{\varepsilon} = \sin^2\boldsymbol{\varepsilon}$$

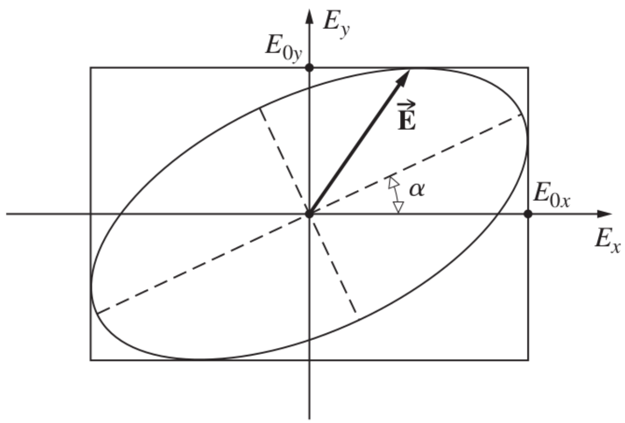
$$\tan 2\alpha = \frac{2E_{0x}E_{0y}\cos\boldsymbol{\varepsilon}}{{E_{0x}}^2 + {E_{0y}}^2}$$



Polarización elíptica.
De lo general a lo particular

$$\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2 + \left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)^2 - 2\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)\cos\boldsymbol{\varepsilon} = \sin^{\mathbf{2}}\boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\tan 2\alpha = \frac{2E_{0x}E_{0y}\cos\boldsymbol{\varepsilon}}{{E_{0x}}^2 + {E_{0y}}^2}$$



- ✓ Si $\varepsilon = \pm\frac{\pi}{2} + 2m\pi \to \alpha = 0,$ la elipse queda alineada con los ejes y la ec se simplifica:

$$\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2 + \left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)^2 = 1$$

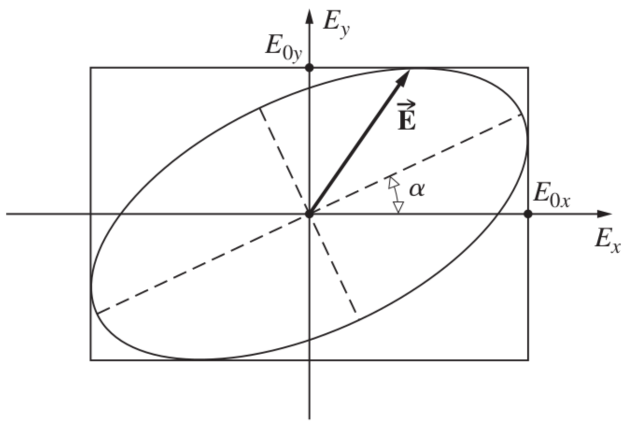
- ✓ Si $\varepsilon = \pm\frac{\pi}{2} + 2m\pi$**, y ademas** E_{0x}=E_{0y}

$${E_x}^2 + {E_y}^2 = {E_{oy}}^2$$ ⟵ queda polarizacion circular

Polarización elíptica. De lo general a lo particular

$$\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2+\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)^2-2\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)\cos\boldsymbol{\varepsilon}=\sin^2\boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\tan 2\alpha=\frac{2E_{0x}E_{0y}\cos\boldsymbol{\varepsilon}}{{E_{0x}}^2+{E_{0y}}^2}$$



- ✓ Si $\varepsilon=\pm\frac{\pi}{2}+2m\pi\rightarrow\alpha=0,$ la elipse queda alineada con los ejes
- ✓ Si $\varepsilon=\pm\frac{\pi}{2}+2m\pi,$ **y ademas** E_{0x}=E_{0y} ⟵ queda polarizacion circular
- ✓ Si $\varepsilon=0+2m\pi$ $$\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2+\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)^2-2\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)=0$$

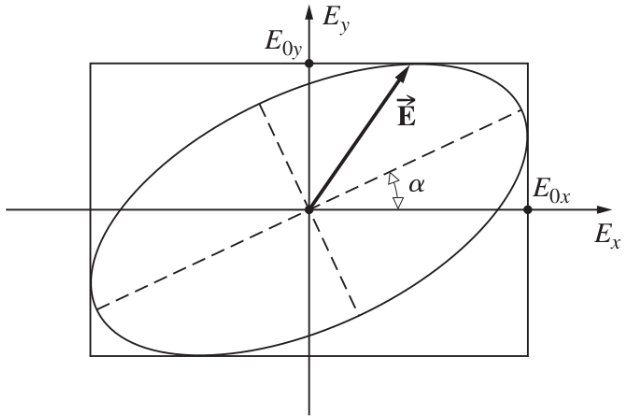
$$\left(\frac{E_x}{E_{0x}}-\frac{E_y}{E_{0y}}\right)^2=0\longrightarrow E_y=\frac{E_{0y}}{E_{0x}}E_x$$

Polarizacion lineal

Polarización elíptica.
De lo general a lo particular

$$\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2+\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)^2-2\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)\cos\boldsymbol{\varepsilon}=\sin^{2}\boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\tan 2\alpha=\frac{2E_{0x}E_{0y}\cos\boldsymbol{\varepsilon}}{{E_{0x}}^2+{E_{0y}}^2}$$



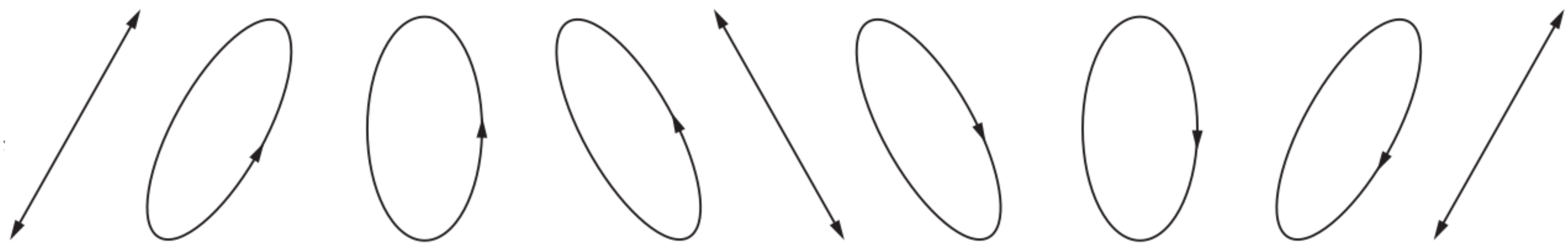
- ✓ Si $\varepsilon=\pm\frac{\pi}{2}+2m\pi\rightarrow\alpha=0,$ la elipse queda alineada con los ejes
- ✓ Si $\varepsilon=\pm\frac{\pi}{2}+2m\pi,$ **y ademas** E_{0x}=E_{0y} ⟵ queda polarizacion circular
- ✓ Si $\varepsilon=0+2m\pi$ $\quad E_y=\frac{E_{0y}}{E_{0x}}E_x$
- ✓ Si $\varepsilon=\pm\pi+2m\pi$ $\quad E_y=-\frac{E_{0y}}{E_{0x}}E_x$

Polarizacion lineal

Resumiendo graficamente

$$\vec{\psi}(z,t) = \boldsymbol{E_{0x}}\ \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \varphi_x\right)\hat{x} + \boldsymbol{E_{0y}}\ \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}z - w\,t + \varphi_x + \boldsymbol{\varepsilon}\right)\hat{y}$$

$$\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2 + \left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)^2 - 2\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)\cos\varepsilon = \sin^{\mathbf{2}}\varepsilon$$



ε 0 $+\pi/4$ $+\pi/2$ $+3\pi/4$ $+\pi$ $+5\pi/4$ $+3\pi/2$ $+7\pi/4$ $+2\pi$

Polarización elíptica. Caso general

- En realidad los casos de polarizacion lineal y circular vistos hasta ahora pueden ser considerados como casos particulares de un estado de **polarización elíptico.**

$$\vec{\psi}(z,t) = \underbrace{E_{0x}\ \cos(kz - w\,t)}_{E_x}\,\hat{x} + \underbrace{E_{0y}\ \cos(kz - w\,t + \boldsymbol{\varepsilon})}_{E_y}\,\hat{y}$$

Para encontrar la curva descripta en el plano (E_x, E_y) lo que vamos a hacer es tratar de sacarnos de encima la dependencia en $kz - w\,t$ para encontrar E_y=$E_y(E_x)$

$$\cos(kz - w\,t + \boldsymbol{\varepsilon}) = \cos(kz - w\,t)\cos\boldsymbol{\varepsilon} - \sin(kz - w\,t)\sin\boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\frac{E_y}{E_{0y}} = \cos(kz - w\,t)\cos\boldsymbol{\varepsilon} - \sin(kz - w\,t)\sin\boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\frac{E_x}{E_{0x}} = \cos(kz - w\,t)$$

Polarización elíptica. Caso general

- En realidad los casos de polarizacion lineal y circular vistos hasta ahora pueden ser considerados como casos particulares de un estado de **polarización elíptico.**

$$\vec{\psi}(z,t) = \underbrace{E_{0x}\ \cos(kz - w\,t)}_{E_x}\ \hat{x} + \underbrace{E_{0y}\ \cos(kz - w\,t + \boldsymbol{\varepsilon})}_{E_y}\ \hat{y}$$

$$\frac{E_y}{E_{0y}} = \cos(kz - w\,t)\cos\boldsymbol{\varepsilon} - \sin(kz - w\,t)\sin\boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\frac{E_x}{E_{0x}} = \cos(kz - w\,t)$$

$$\frac{E_y}{E_{0y}} - \frac{E_x}{E_{0x}}\cos\boldsymbol{\varepsilon} = -\sin(kz - w\,t)\sin\boldsymbol{\varepsilon}$$

Polarización elíptica. Caso general

$$\frac{E_y}{E_{0y}} - \frac{E_x}{E_{0x}}\cos\boldsymbol{\varepsilon} = -\sin(kz - w\,t)\sin\boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\frac{E_x}{E_{0x}} = \cos(kz - w\,t) \xrightarrow{\cos^2(x) = 1-\sin^2(x)} \left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2 = 1 - \sin^2(kz - w\,t)$$

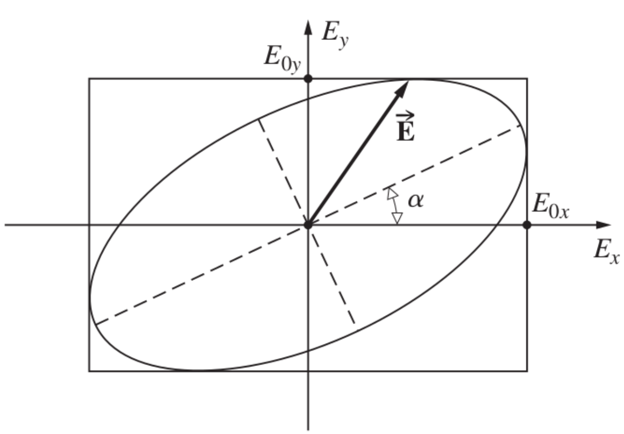
$$\sin(kz - w\,t) = \sqrt{1 - \left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2}$$

$$\frac{E_y}{E_{0y}} - \frac{E_x}{E_{0x}}\cos\boldsymbol{\varepsilon} = -\sqrt{1 - \left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2}\,\sin\boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2 + \left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)^2 - 2\left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)\cos\boldsymbol{\varepsilon} = \sin^2\boldsymbol{\varepsilon}$$

Ec de una elipse en el plano E_x, E_y

$$\tan 2\alpha = \frac{2E_{0x}E_{0y}\cos\boldsymbol{\varepsilon}}{E_{0x}{}^2 + E_{0y}{}^2}$$



Applets utilizados

- Ver links en Material Adicional en la pagina de la materia