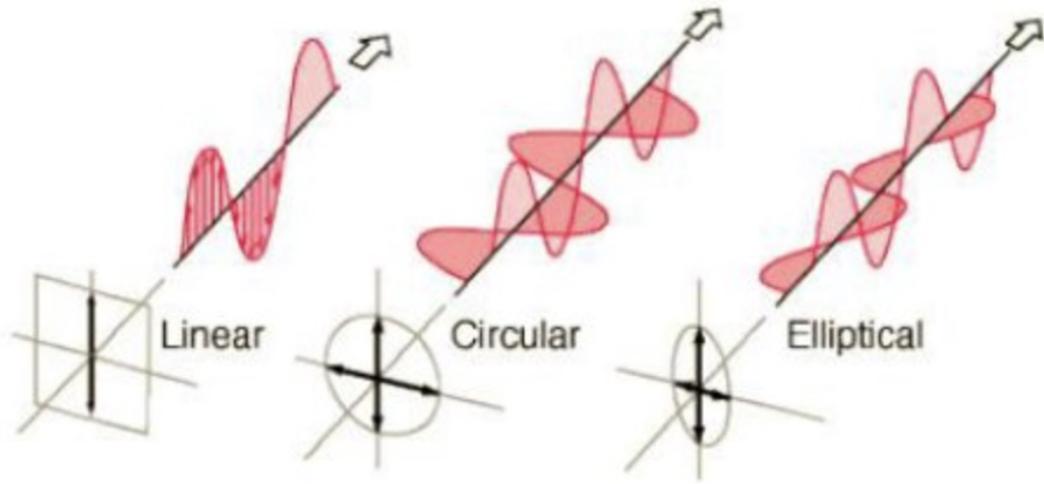


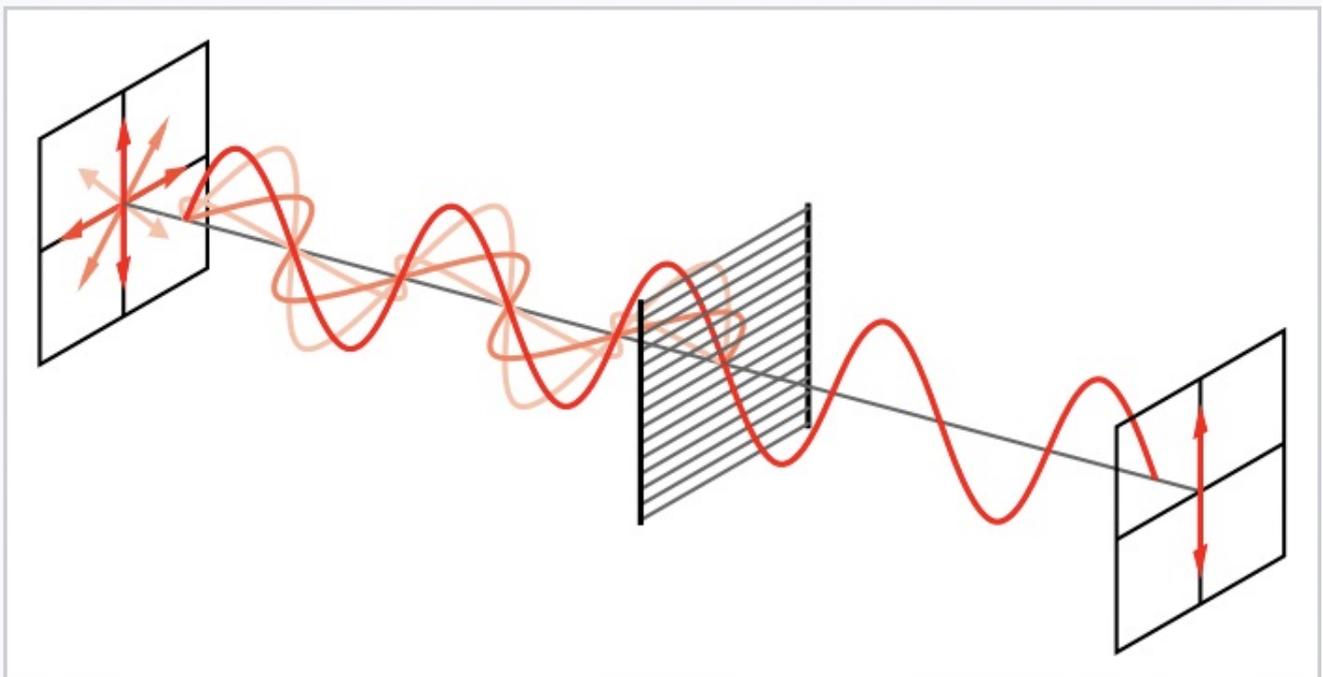
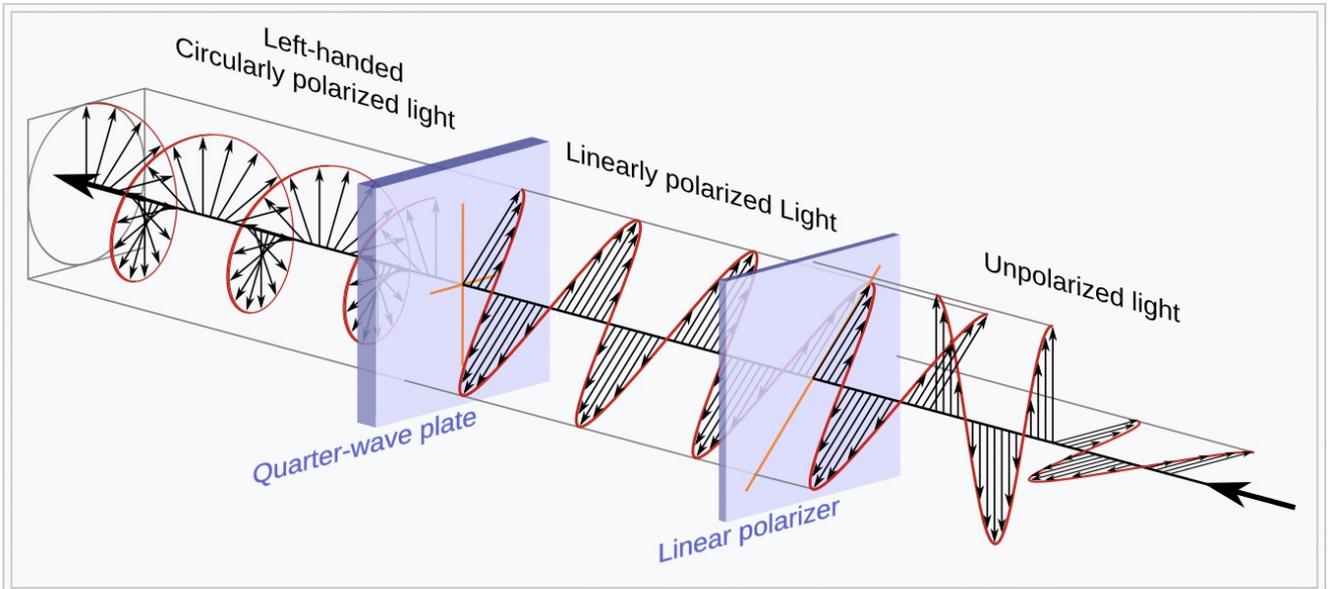
POLARIZACIÓN



WZ LP: $\vec{E} = (E_x \hat{x} \pm E_y \hat{y}) \cos(kz - \omega t)$

WZ CP: $\vec{E} = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{x} \pm E_0 \sin(kz - \omega t) \hat{y}$

Elíptica: otros casos



La luz NATURAL NO ES POLARIZADA. Son trenes de ondas con polarizaciones aleatorias que se emiten $\%10^{-8}$ seg.

NO ES COHERENTE \rightarrow hacemos interferómetros
NO ESTÁ POLARIZADA \rightarrow la polarizamos.

CÓMO LA POLARIZAMOS?

* Los polarizadores son instrumentos ópticos que dejan pasar la luz en 1 sola dirección (por ejemplo, algunos cristales que al ser cortados de 1 forma particular, absorben y transmiten la luz dependiendo su polarización)

POLAROID \equiv cadena de hidrocarbon molecules que están alineadas cuando se estira en 1 dirección.

Esta cadena se vuelve conductora a frecuencias ópticas cuando la hoja se coloca en 1 solución que contiene iodine.

Cuando la luz incidente es paralela a la cadena, se generan corrientes y la luz es absorbida. Si la luz incidente es \perp a la cadena, la luz es TRANSMITIDA.

* POR CONVENCION, cuando hay un polarizador se define la dirección del **EJE DE TRANSMISIÓN**, y se transmite la luz incidente paralela a este eje.

LUZ NO POLARIZADA

EJE TRANSMISIÓN EN X

PARA ANALIZAR LA LUZ USO UN ANALIZADOR

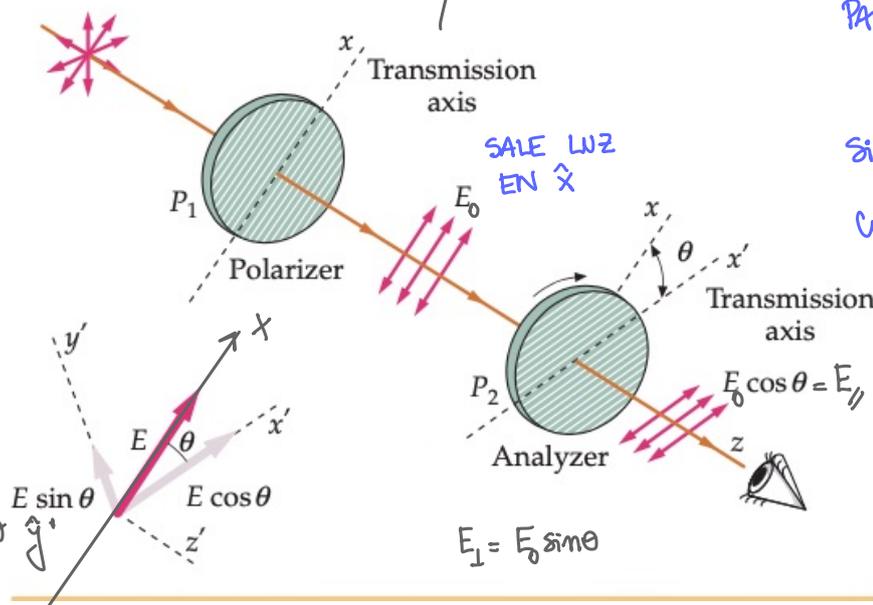
Si es \parallel a \hat{x} , será máxima.
Cuando sea \perp a \hat{x} , No habrá luz

Lo que voy a ver será

$$E_P = E_0 \cos \theta$$

$$\theta = 0 \rightarrow \cos 0 = 1 \quad \checkmark$$

$$\theta = \frac{\pi}{2} \rightarrow \cos \frac{\pi}{2} = 0 \quad \checkmark$$



$$\hat{x} \cdot \hat{x}' = \cos \theta$$

$$\hat{x} = \cos \theta \hat{x}' + \sin \theta \hat{z}'$$

$$E_1 = E_0 \sin \theta$$

- La hoja absorbe E_{\perp} y transmite E_{\parallel} . Como la intensidad final es proporcional al campo final al cuadrado $\rightarrow I_F = E_0^2 \cos^2 \theta = I_0 \cos^2 \theta$

LEY DE MALUS

I_0 = intensidad del campo incidente

θ = ángulo entre P_1 y P_2

* ¿QUÉ PASA SI TENEMOS LUZ NATURAL E INCIDE EN 1 POLARIZADOR?



Como la dirección del campo incidente es ALEATORIA, al rotar el polarizador nos vamos a ver diferencia

$$I = I_0 \langle \cos^2 \theta \rangle = \frac{1}{2} I_0$$

En cambio si haces esto mismo con luz LP, veré un máximo de intensidad cuando $\bar{P} \parallel \bar{E}_0$ y veré cero cuando $\bar{P} \perp \bar{E}_0$

* ¿QUÉ PASA CON LUZ CIRCULAR?

$$\vec{E} = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{x} + E_0 \sin(kz - \omega t) \hat{y} \quad \text{LUZ CP}$$

$$\vec{E} = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{x} \quad \text{LUZ LP}$$

- Pasa por un polarizador con transmisión en \hat{x}

$$\vec{E}'_{CP} = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{x} \quad \rightarrow \quad I'_{LP} = \frac{E_0}{2}$$

$$\vec{E}'_{LP} = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{x} \quad \rightarrow \quad I'_{CP} = \frac{E_0}{2}$$

- Si el eje de transmisión está en \hat{y}

$$\vec{E}'_{CP} = E_0 \sin(kz - \omega t) \hat{y} \quad \rightarrow \quad I'_{CP} = \frac{E_0}{2}$$

$$\vec{E}'_{LP} = 0 \quad \rightarrow \quad I'_{LP} = 0$$

1 NO PUEDO DIFERENCIAR LUZ CP DE LA NATURAL CON UN POLARIZADOR

2. DOS POLARIZADORES CRUZADOS ELIMINAN LA LUZ.

* POLARIZACIÓN POR BIRREFRINGENCIA

Hay materiales que tienen distintos índices de refracción \rightarrow la velocidad de la luz es diferente según la dirección de propagación de la luz

RECORDAMOS: $v = \frac{c}{n} \rightarrow$ cambia n , cambia v !

Se denomina eje óptico

$$n_o = \frac{c}{v_o}$$

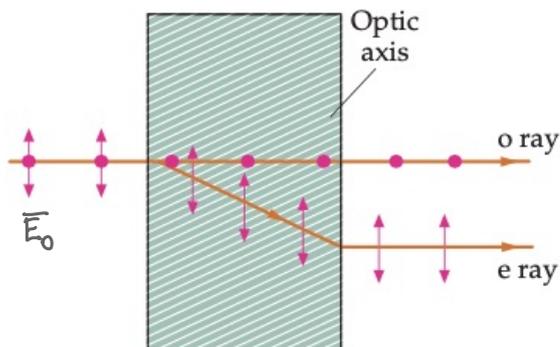
y eje extraordinario

$$n_e = \frac{c}{v_e}$$

Hay materiales como la calcita que su eje rápido es paralelo al óptico (RETARDADORES)

$$n_o > n_e$$

$$n_o < n_e$$



$$\vec{E}_0 = \underbrace{E_0 \hat{e}_o}_{\text{viaja a } v_o} + \underbrace{E_0 \hat{e}_e}_{\text{viaja a velocidad } v_e}$$

El material tiene ancho $d \rightarrow \left. \begin{array}{l} d = v_o t_o \rightarrow t_o = d/v_o \\ d = v_e t_e \rightarrow t_e = d/v_e \end{array} \right\} t_o < t_e$ Salen desfasados!

$$\Delta\psi = |\psi_o - \psi_e| = k\Delta L = \frac{2\pi}{\lambda_0} (d n_o - d n_e) = \frac{2\pi}{\lambda_0} d |n_o - n_e|$$

$$\Delta\psi = \frac{2\pi}{\lambda_0} d |n_o - n_e|$$

$$\Delta\psi = \Delta\psi(\lambda)$$

- Si $\Delta\psi = 2\pi \rightarrow$ LÁMINA ONDA COMPLETA

$\Delta\psi = \pi \rightarrow$ LÁMINA MEDIA ONDA

$\Delta\psi = \frac{\pi}{2} \rightarrow$ LÁMINA CUARTO ONDA

¿CÓMO LOGRAMOS LUZ CIRCULAR A PARTIR DE LUZ LP?

1. LUZ LP

$$\vec{E} = (E_x \hat{x} + E_y \hat{y}) \cos(kz - \omega t)$$

Si queremos luz CP en algún momento, deberá ser $E_x = E_y$

$$\vec{E} = E_0 (\hat{x} + \hat{y}) \cos(kz - \omega t) \quad \text{LUZ LP (inclinada a } 45^\circ)$$

• Entra a una lámina de ancho d . Incide con el eje $\hat{x} \parallel$ al eje óptico \rightarrow agrega fase al eje lento (\hat{y})

$$\vec{E}' = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{x} + E_0 \cos(kz - \omega t + \Delta\psi) \hat{y}$$

$$\Delta\psi = \frac{\pi}{2} \quad (1/4 \text{ de onda} = 1/4)$$

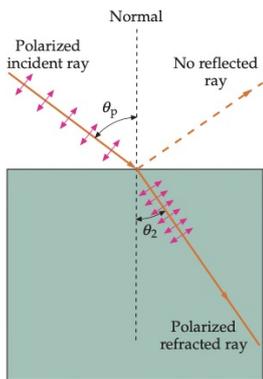
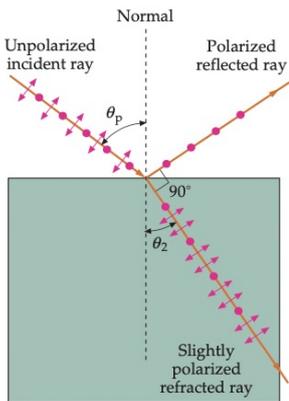
$$\vec{E}' = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{x} + \left[E_0 \cos(kz - \omega t) \overset{0}{\cancel{\cos \frac{\pi}{2}}} - E_0 \overset{1}{\sin(kz - \omega t)} \overset{1}{\sin \frac{\pi}{2}} \right] \hat{y}$$

$$\vec{E}' = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{x} - E_0 \sin(kz - \omega t) \hat{y}$$

Luz CP ANTIHORARIA

- Para que sea HORARIA necesito sumarle $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{2}$ porque $\sin\left(\frac{3\pi}{2}\right) = -1$
- Si cambio λ , deja de ser $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$ para ese ancho d y sale luz ELIPTICA
- Si la luz inicial no es lineal a 45° , no logro luz CP a la salida.

POLARIZACIÓN POR REFLEXIÓN



Luz incidente no polarizada $\vec{E}_0 = \vec{E}_{\parallel} + \vec{E}_{\perp}$ al plano de incidencia
 $(\vec{E}_0 = \vec{E}_{\rightarrow} + \vec{E}_{\cdot})$

Existe un ángulo en el cual la onda reflejada y transmitida están a 90° . \rightarrow En esa situación, la luz reflejada sale LP

$$\vec{E}_R = \vec{E}_{\cdot} \quad \nabla$$

$$\theta_p + \theta_2 = 90^\circ$$

$$\theta_2 = 90^\circ - \theta_p$$

$$n_1 \sin \theta_p = n_2 \sin \theta_2 = n_2 \sin(90^\circ - \theta_p) = n_2 \left[\overset{1}{\sin 90} \cos \theta_p - \overset{0}{\cos 90} \sin \theta_p \right]$$

$$\text{tg } \theta_p = \frac{n_2}{n_1} \quad \rightarrow$$

$$\theta_p = \theta_B = \text{arctg} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

ÁNGULO DE BREWSTER

NOTA

Si la luz incidente solo está polarizada paralela al plano de incidencia $\rightarrow \vec{E}_0 = \vec{E}_{\rightarrow}$ si la luz incide con θ_B
NO HAY LUZ REFLEJADA