PROBLEMA I

Describir con detalle qué significa que una onda esté en uno de los siguientes estados y cómo se obtiene cada unos de estos a partir de la superposición de dos ondas linealmente polarizada:

- estado-$\mathcal{P}$
- estado-$\mathcal{L}$
- estado-$\mathcal{E}$

Para una onda en estado-$\mathcal{P}$, se tiene que la dirección en la que oscila la onda permanece constante con el tiempo. Con $\varepsilon = 2\pi m$ ó $(2m+1)\pi$, para $m \in \mathbb{Z}$.

En estado-$\mathcal{L}$, la magnitud de campo eléctrico permanece constante, pero la dirección en la que oscila la onda varía de tal manera que la punta del vector $\vec{E}$ describe una circunferencia de radio la amplitud de $\vec{E}$. Esta circunferencia es recorrida en sentido antihorario, con $\varepsilon = \frac{\pi}{2}$.

PROBLEMA II

Describir el estado de polarización de cada una de las siguientes ondas. Justifique su respuesta y explique su razonamiento.

a) $\mathbf{E} = \mathbf{i}\, E_0\, sen\, 2\pi\, (z/\lambda - \nu t) - \mathbf{j}\, E_0\, sen\, 2\pi\, (z/\lambda - \nu t)$

b) $\mathbf{E} = \mathbf{i}\, E_0\, sen\, (wt - kz) + \mathbf{j}\, E_0\, sen\, (wt - kz - \pi/4)$

c) $\mathbf{E} = \mathbf{i}\, E_0\, cos\, (wt - kz) + \mathbf{j}\, E_0\, cos\, (wt - kz + \pi/2)$

Sol.

a) Vemos que la diferencia de fase relativa es $\varepsilon = 0 - 0 = 0 = 2\pi \cdot 0$, por tanto, tenemos polarización en estado-$\mathcal{P}$ (linealmente polarizada).

b) $\varepsilon = 0 - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4}$, por tanto tenemos polarización en estado-$\mathcal{E}$ (que va a la izquierda).

c) $\varepsilon = 0 - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2}$, por tanto, tenemos polarización en estado-$\mathcal{R}$ (Circular a la derecha).

PROBLEMA III

Si luz inicialmente natural y con densidad de flujo I_i atraviesa dos polarizadores **ideales** cuyos ejes de trasmision forman un ángulo de $\pi/3$, ¿cuál será la densidad de flujo del haz emergente?

Sol

Por la Ley de Malus:

Primer pol: $I_1 = \frac{1}{2} I_0$ $\quad = \frac{1}{8} I_i$

Segundo: $I_2 = I_1 \cos^2\theta$

$$I\left(\frac{\pi}{3}\right) = I_i \cos^2\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{1}{4} I_i$$

PROBLEMA V

Un polarizador ideal se gira con una velocidad ω entre un par de polarizadores cruzados similares. Determinar la densidad de flujo emergente considerando que I_1 es la densidad de flujo que emerge del primer polarizador e I_{final} es la densidad de flujo final.

Sol.

$$I_0 \to \bigcirc \xrightarrow{I_1} \bigcirc \xrightarrow{I_m} \bigcirc \xrightarrow{I_{final}}$$

Para un instante de tiempo t:

$$I_m(\omega t) = I_1 \cos^2(\omega t)$$

Además:

$$I_{final} = I_2(\omega t) = I_m(\omega t)\underbrace{\cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \omega t\right)}_{\substack{sen^2(-\omega t) \\ = sen^2(\omega t)}}$$

$\cos^2 + sen^2 = 1$
$\cos^2 - sen^2 = \cos 2$

$$\Rightarrow I_{final} = I_1 \cos^2(\omega t)\, sen^2(\omega t)$$
$$= \frac{1}{4} I_1 \left(sen^2(2\omega t)\right)$$
$$= \frac{1}{4} I_1 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos(4\omega t)\right)$$
$$= \frac{1}{8} I_1 \left(1 - \cos(4\omega t)\right)$$
$$I_{final}(t) = \frac{1}{8} I_1 \left(1 - \cos(4\omega t)\right)$$

PROBLEMA VI

Explicar el significado físico del término de interferencia en la irradiancia resultante de la superposición de dos ondas electromagnéticas.

El término de interferencia I_{12} determina en que casos vamos a tener o no interferencia: constructiva, destructiva, o totales, dependiendo de δ:

$$I_{12} = 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\delta,\quad \delta = (\vec{K}_1 - \vec{K}_2)\cdot\vec{r} + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)$$

PROBLEMA VIII

Un haz alargado de luz roja de un láser He-Ne ($\lambda_0 = 632.8nm$) incide en un pantalla que contiene dos rendijas horizontales muy estrechas separadas por 0.100 mm. Una distribución de franjas aparece en una pantalla blanca colocada a una distancia de 10m.

$$Y_m = \frac{(2m+1)}{2} \cdot \frac{S}{a} \lambda$$

a) ¿ A qué distancia (en radianes y milímetros) por encima y por debajo del eje central se hallan los segundos ceros de irradiancia?

b) ¿ A qué distancia (en mm) del eje se halla la tercer franja brillante?

No olvidar que la primer franja brillante, así como las primeras franjas oscuras, corresponden al orden cero, i.e. m=0.

Sol

Sea S la dis. de separación de la rendija y la pantalla, y a la separación entre ambas rendijas. Entonces:

$$Y_m = \frac{S}{a} m \cdot \lambda_0 \quad (m = 1/2 \text{ ó } m = -1/2).$$

Nota: los ceros son zonas oscuras

$$Y_{1/2} = 31.64 \text{ mm y } Y_{-1/2} = -31.64 \text{ mm}$$

b) Para ver la dist, tomamos a m = 3:

$$Y_3 = \frac{S}{a}(3)\lambda_0 = 189.84 \text{ mm} = 18.98 \text{ cm}$$

PROBLEMA X

Dos antenas de radio de 1.0 MHz emitiendo en fase están separadas por 300 m a lo largo de una línea norte-sur. Un receptor de radio colocado 12.0 km al este, equidistante de ambas antenas emisoras, capta una señal bastante fuerte.

Calcular la distancia hacia el norte a la que debe moverse el receptor para captar una señal casi igual de fuerte.

Como $a = 300\,m << r_1, r_2$ (distancias de antenas a receptor), entonces podemos considerar las condiciones de un interferómetro de Young:

$$Y_m = \frac{S}{a} m \lambda$$

para m = 1:

$$Y_1 = \frac{12\,Km}{300\,m} \cdot \left(\frac{c}{\nu}\right)$$

$$= 12 \text{ Km.}$$