

**Física 2. Cátedra Vera Brudny**  
**Guía 6: Polarización**

**Problema 1** Escriba la expresión del vector campo eléctrico correspondiente a:

- a) una onda linealmente polarizada (LP) que forma un ángulo  $\alpha$  respecto del eje  $x$
- b) una onda circularmente polarizada derecha (CPD) e izquierda (CPI)
- c) una onda elípticamente polarizada derecha (EPD) e izquierda (EPI) canónicas (los ejes principales coinciden con los ejes  $x$  e  $y$ )

**Problema 2** Diga qué es un polaroide y qué establece la ley de Malus cuando sobre el polaroide incide luz LP. Qué intensidad se transmite a través de un polarizador lineal cuando:

- a) Incide luz natural
- b) Incide luz circularmente polarizada.

**Problema 3** Se tienen dos polarizadores.

- a) ¿Cuál es el ángulo formado por sus ejes de transmisión si al incidir un haz de luz natural sobre el primero, se transmite una intensidad igual a la cuarta parte de la que tenía la luz incidente?
- b) Ahora suponga que los ejes de transmisión forman un ángulo de  $45^\circ$ . Sobre el primer polarizador incide una onda circularmente polarizada en sentido horario. ¿Qué fracción de la intensidad incidente se transmitió a la salida del segundo polarizador?

**Problema 4** Ley de Brewster

- a) Considere luz LP que incide sobre la interfase entre dos medios transparentes: ¿Qué condiciones deben cumplirse para que todo se transmita? Escriba la ley de Brewster.
- b) ¿Cuál es la desventaja de utilizar la reflexión para obtener luz LP frente a un polaroide? Considere ahora tres medios de índices  $n_1$ ,  $n_2$  y  $n_3$  con interfases paralelas y el medio  $n_2$  de espesor " $e$ ". Si incide luz de polarización arbitraria desde el medio con  $n_1$ , ¿qué condición debe cumplirse para que al analizar el haz reflejado éste esté LP?

**Problema 5** Se tiene una lámina de caras paralelas construida con un vidrio de índice 1.5. Arriba de la misma hay aire y debajo hay agua de índice 1.3. Sobre la cara superior incide con el ángulo de Brewster una onda circularmente polarizada en sentido horario. ¿Cuál es el estado de polarización de la onda reflejada en la superficie inferior?

**Problema 6** Establezca qué es una lámina retardadora y los distintos tipos de láminas que resultan de interés. ¿Depende la característica de la lámina de la frecuencia de la luz incidente?

- a) Se hace incidir luz circularmente polarizada en sentido horario sobre una lámina retardadora de cuarto de onda ( $+\lambda/4$ ). ¿Cuál es el estado de polarización de la luz al emerger de la misma?
- b) Sobre la misma lámina incide un haz de luz natural de intensidad  $I_0$ . ¿Con qué estado de polarización emerge? ¿Cuál es su intensidad? Justifique.

**Problema 7** Sobre una lámina de cuarto de onda incide normalmente una vibración monocromática elípticamente polarizada. Las componentes  $E_x$  y  $E_y$  del vector campo eléctrico están relacionadas por:

$$\frac{E_x^2}{9} \pm \frac{\sqrt{2}}{12} E_x E_y + \frac{E_y^2}{16} = \frac{1}{2}$$

Considere que  $x$  es el eje óptico de la lámina, y que dicho eje es el rápido.

- Hallar el estado de polarización de dicha vibración a la salida de la lámina.
- Se coloca detrás de la lámina un polarizador cuyo eje óptico forma  $30^\circ$  con el eje óptico de la lámina. Hallar la vibración que abandona el polarizador, ¿cuál es el porcentaje de energía perdido en la lámina y cuál en el polarizador?

**Problema 8** Un alumno de laboratorio 2 debe utilizar una fuente de luz circularmente polarizada derecha lo más potente posible. A fin de conseguirla recurre a Fernando, quien le entrega una fuente de luz elípticamente polarizada izquierda tal que el eje mayor de la perturbación es cuatro veces el eje menor. Además le entrega los siguientes elementos: i) dos láminas iguales de cuarto de onda y ii) un polaroid.

- Establezca, justificando claramente su elección, los elementos que utilizaría, en qué orden, y con qué objetivos. No olvide que se quiere que la fuente sea lo más potente posible.
- Elija un sistema de coordenadas, y en un plano perpendicular a la dirección de propagación dibuje la evolución temporal de la perturbación incidente. Escriba el vector que representa a dicha perturbación.
- Calcule el ángulo que los ejes de cada elemento deben formar con los ejes propios de la perturbación incidente y el ángulo que los ejes propios de la perturbación emergente de cada elemento forman con los ejes propios de la perturbación incidente.

**Problema 9** Se tiene un haz de luz monocromática linealmente polarizada y se desea diseñar un dispositivo que logre rotar el vector campo eléctrico a  $90^\circ$  del inicial, de forma tal que la intensidad a la salida sea aproximadamente la misma que a la entrada. Para armar dicho dispositivo usted dispone de láminas de cuarto de onda y polaroids.

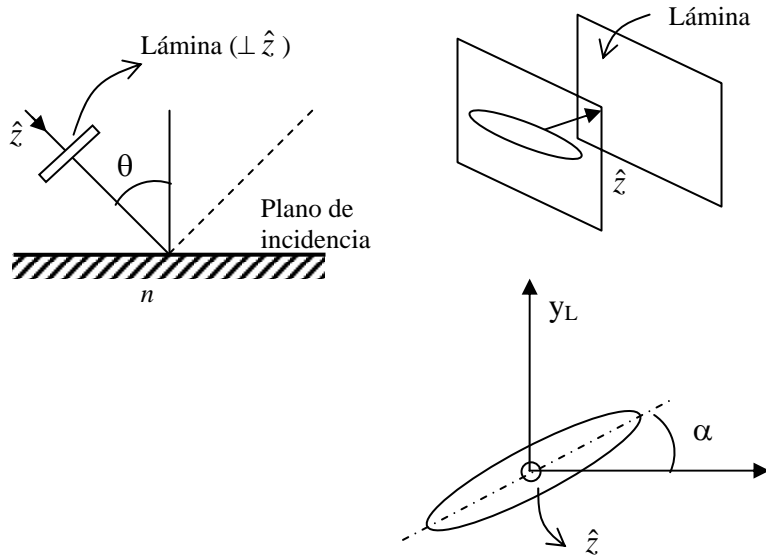
- Diga qué elementos usaría, en qué orden y con qué objetivos.
- Calcule los ángulos entre los ejes propios de cada elemento y la dirección del campo incidente y la polarización del campo eléctrico a la salida de cada elemento.
- ¿Podría lograr el mismo objetivo si en lugar de disponer de láminas de cuarto de onda y polaroids, dispusiera de láminas de media onda y polaroids? De ser así, ¿qué elementos usaría?. Justifique claramente su respuesta.

**Problema 10** Se tiene una interfase plana entre aire y vidrio. Una onda monocromática, elípticamente polarizada en sentido antihorario, se propaga en la dirección  $z$  e incide sobre dicha interfase luego de atravesar una lámina de  $+1/4$  de onda (ver figura). Se sabe que el eje mayor de la elipse es tres veces el eje menor. El eje mayor forma un ángulo  $\alpha$  con el eje rápido de la lámina ( $x_L$ ). Se desea que no haya onda reflejada. Datos:  $n = 1.5$ .

- ¿Cuál debe ser la polarización del campo a la salida de la lámina para que esto sea factible? Teniendo esto en cuenta, calcule  $\alpha$  y halle la orientación de los ejes propios del campo saliente con respecto a los ejes propios de la lámina.

b) Calcule el ángulo de incidencia ( $\theta$ ) y el ángulo que debe formar el eje rápido de la lámina con la dirección perpendicular al plano de incidencia.

Obs.: escriba **claramente** la expresión del campo eléctrico a la entrada y a la salida de la lámina, indicando el o los sistemas de coordenadas que usa.



**Problema 11 (dispersión por polarización):** Sea un medio que tiene un índice de refracción  $n_x$  según el eje  $x$  y  $n_y$  según el eje  $y$ . Ejemplos de estos pueden ser los cristales birrefringentes, o las fibras ópticas que debido a su proceso de fabricación, o a que al ser dobladas sufrieron esfuerzos mecánicos, tienen una anisotropía del índice.

Algunos datos para fibras de silicio, la birrefringencia  $B = \frac{\bar{n}_x - \bar{n}_y}{\bar{n}_x}$  varía entre  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  en longitudes del orden de centímetros.

Suponga que una onda plana circularmente polarizada incide sobre dicho medio.

- Escriba a dicha onda en los ejes  $x$  y  $y$
- Escriba cual es el campo resultante luego de atravesar una distancia  $L$  dentro del material.
- Mostrar que la polarización cambia de manera periódica y hallar el período
- Suponga que incide un pulso sobre dicho medio. Debido a la birrefringencia, un detector a la salida medirá dos pulsos. Estime cuál es la diferencia de tiempo de llegada de dichos pulsos al detector, si el pulso recorrió una distancia  $L$ .