Física 2 Biólogos y Geólogos - Curso de verano 2010

Serie 3: Polarización

1. Describa el estado de polarización de la onda generada como suma de las siguientes dos ondas vectoriales transversales y ortogonales entre sí, que se propagan en la misma dirección:

   (a) $E_x = E_0 \sin(kz - \omega t) \qquad E_y = E_0 \cos(kz - \omega t)$

   (b) $E_x = E_0 \cos(kz - \omega t) \qquad E_y = E_0 \cos(kz - \omega t + \frac{\pi}{4})$

   (c) $E_x = E_0 \sin(kz - \omega t) \qquad E_y = -E_0 \sin(kz - \omega t)$

2. Escriba la expresión matemática de una onda transversal, que se propaga según el eje x con las siguientes polarizaciones:

   (a) Lineal, cuyo plano de polarización forma un ángulo de 30° con el eje y.

   (b) Elíptica en sentido antihorario, tal que el eje mayor (paralelo al eje y) es igual a dos veces el eje menor.

3. Determine bajo qué condiciones la superposición de ondas vectoriales transversales y ortogonales entre sí que se propagan en la misma dirección da lugar a:

   (a) Una onda linealmente polarizada (LP).

   (b) Una onda circularmente polarizada derecha (CPD) o izquierda (CPI).

   (c) Una onda elípticamente polarizada derecha (EPD) o izquierda (EPI).

4. (a) Se hace incidir luz LP normalmente sobre una lámina de polaroide. Al ir rotando la lámina, cómo varía el estado de polarización y la intensidad del haz transmitido? Indique a partir de qué dirección mide el ángulo.

   (b) Obtenga la intensidad transmitida por un polaroide cuando incide sobre él luz natural de intensidad I_0.

5. Sobre una lámina de polaroide (ideal) incide una onda cuyo estado de polarización no se conoce, con una intensidad I_0. Se hace girar esa lámina y se observa que la intensidad transmitida es $I_0/2$ y no depende del ángulo de giro. Qué puede decir sobre el estado de polarización de la onda incidente? Justifique.

6. (a) Calcule la intensidad transmitida por un sistema de dos polaroides cruzados. Analice qué importancia tiene la polarización del haz incidente.

   (b) Calcule la intensidad transmitida por un sistema formado por dos polaroides cruzados, cuando entre ambos intercala un tercer polaroide con el eje de transmisión a 45° de los otros dos.

7. (a) Incide luz LP sobre la superficie de separación de dos medios transparentes, qué condición debe cumplirse para que todo se transmita?

   (b) Un haz de luz, de polarización arbitraria, incide sobre una lámina de caras paralelas con el ángulo de Brewster. Establezca qué condición se debe cumplir para que el haz reflejado total esté LP. Se modifica el estado de polarización del haz reflejado con el espesor de la lámina?

   (c) Un haz de luz circularmente polarizada en sentido horario incide con el ángulo de polarización sobre una superficie de separación de dos medios transparentes. Cuál es el estado de polarización de los haces reflejado-transmitido? Justifique.

8. Un rayo de luz blanca incide sobre una placa de vidrio no dispersivo con un ángulo de 58°. El haz reflejado está linealmente polarizado. Calcule el ángulo con que se refracta la luz transmitida.

9. Calcule el campo eléctrico a la salida de una lámina retardadora, suponiendo conocido el campo incidente, para los distintos tipos de láminas que resulten de interés. Depende la característica de la lámina de la frecuencia de la luz incidente?

10. (a) Se hace incidir luz CP en sentido horario sobre una lámina retardadora de cuarto de onda. Cuál es el estado de polarización de la luz al emerger de la misma? Qué pasa si se rota la lámina en $\pi/2$ (es decir, si se intercambian los ejes rápido y lento de la lámina)?

    (b) Incide luz LP sobre una lámina de cuarto de onda. La dirección de polarización es paralela al eje óptico de la misma. Cuál es el estado de polarización de la luz que emerge de la lámina?

11. (a) Una onda LP incide sobre una lámina de media onda. La dirección de polarización forma un ángulo 30° con el eje óptico de la lámina. Cuál es el estado de polarización de la luz que sale de la misma?

    (b) Describa cualitativamente, justificando su elección, un dispositivo que le permita distinguir luz elípticamente polarizada de luz parcialmente polarizada.

12. Un material birrefringente tiene un índice de refracción $n_\perp = 1.523$ para una dirección perpendicular al eje óptico y un índice $n_\parallel = 1.525$ para luz linealmente polarizada paralela al eje óptico. Se corta una lámina de caras paralelas de dicho material tal que el eje óptico sea paralelo a la interfase.

    (a) Calcule el mínimo espesor de la lámina para que $\lambda = 500$ nm sea una lámina cuarto de onda.

    (b) Para qué múltiplos de ese espesor la lámina resultante será también una lámina cuarto de onda?

    (c) Para qué otras longitudes de onda, dentro del espectro visible, la lámina se comportará como una lámina de cuarto de onda? Y fuera del visible?

13. El estado de polarización de una onda de longitud λ que incide normalmente sobre una lámina $\lambda/4$, es $\mathrm{E_x} = \mathrm{E_0}\sin(kz - \omega t)$; $\mathrm{E_x} = \mathrm{E_0}\sin(kz - \omega t - \pi/2)$.

    (a) Explique qué se observa al hacer girar un polarizador a la salida de la lámina. Justifique su respuesta.

    (b) Si la luz que sale de la lámina incide sobre una segunda lámina $\lambda/4$ cuyos ejes se encuentran a 45° de la primera, explique qué se observa al hacer girar un polarizador a la salida de la segunda lámina. Justifique su respuesta.

14. Suponga que cuenta con un polarizador , una lámina de $\lambda/4$ para $\lambda = 780$ nm y una fuente de luz no polarizada que emite en $\lambda_0 = 780$ nm, y quiere obtener luz circularmente polarizada antihoraria.

    (a) Analice cómo dispondría los 3 elementos para lograr su objetivo. Escriba las expresiones de las componentes del campo a la salida de la lámina y del polarizador, y utilícelas para justificar su respuesta.

    (b) Qué polarización hubiese tenido la luz emergente del dispositivo experimental si la fuente emitiese en $\lambda_0 = 3$ nm? Suponga que los índices de refracción no varían significativamente con λ.