

Práctica 6: Análisis del estado de polarización de la luz

- *Método general de análisis.*

Para determinar el estado de polarización de un haz de luz nos basta con emplear adecuadamente un analizador compuesto de dos elementos: un polarizador lineal y una lámina $\lambda/4$.

El procedimiento de análisis se basa en la realización secuencial de una serie de pruebas con los elementos del analizador y la deducción del estado de polarización del haz.

- ♦ La primera prueba consiste en colocar el polarizador lineal de nuestro analizador tras el haz problema, y girar su eje continuamente mientras observamos el resultado mirando a través del polarizador.
- ♦ La segunda prueba (que será necesaria o no dependiendo de los resultados de la primera) consiste en colocar la lámina de $\lambda/4$ tras la luz problema y tras ella el polarizador lineal.

La prueba se realiza con dos variantes según los resultados de la prueba 1. La variante 2A consiste simplemente en girar el eje de transmisión del polarizador y observar lo que sucede. La variante 2B consiste en ir girando de modo independiente las líneas neutras y el eje de transmisión del polarizador, buscando el mínimo de luz transmitida.

- *Determinación de las posiciones de las líneas neutras de las láminas $\lambda/4$ del analizador y la otra lámina auxiliar.*

A continuación se determinan las posiciones de las líneas neutras de la lámina $\lambda/4$, pues puede suceder que no se correspondan con los ejes indicados sobre la lámina como líneas neutras, debido al prolongado tiempo de uso de las láminas del laboratorio.

Lo primero que realizamos es comprobar el estado de los polarizadores.

Sabemos que si los ejes del polarizador forman 90° obtendremos un mínimo nulo.

Al realizar las pruebas nos damos cuenta que para obtener el mínimo de intensidad (que consideraremos nulo) se encuentra en la siguiente posición:

Lo cual nos indica que hay un ligero desplazamiento de 6 grados con respecto a las escalas de los instrumentos.

Seguidamente colocamos la lámina retardadora $\lambda/4$ entre los polarizadores, y seguimos manteniendo una intensidad equivalente al mínimo nulo encontrado anteriormente en un valor cercano al 0.

$$\text{Pos } \lambda/4 = (0 \pm 5)^\circ$$

A ojo se podría admitir que la aguja estaría sobre la línea que correspondería a 2 o 3 grados, pero como las divisiones de la escala están impresas de 5 en 5 grados, no podemos afinar más.

- *Aplicación del método de análisis a distintos tipos de luz polarizada.*

C1) Luz directa de la lámpara de sodio.

Aplicamos el método de análisis descrito en el guión. Comenzamos por la prueba 1.

Colocamos el polarizador detrás de la lámpara y no observamos ningún cambio de intensidad del haz al girarlo. Seguidamente pasamos a la prueba 2A.

Colocamos una lámina $\lambda/4$ tras el haz problema y un polarizador tras esta. Giramos el segundo polarizador y observamos que no hay cambios en la extinción del haz.

Tras estas pruebas y según los diagramas de flujo podemos afirmar que el haz problema es Luz Natural.

Sabemos que si sobre una lámina $\lambda/4$ incide luz natural, a la salida se obtiene luz natural, puesto que el desfase introducido entre las componentes ordinaria y extraordinaria no afecta al resto de direcciones de vibración de la luz incidente.

Al pasar la luz natural por el polarizador que hay tras la lámina sigue sin haber variación de intensidad del haz ya que la luz natural vibra en todas direcciones, y siempre vamos a tener el eje de transmisión del polarizador sobre algún eje de vibración del haz problema.

C2) Luz de lámpara de sodio a través de un polarizador.

Prueba 1. Colocamos un polarizador tras el haz problema, y como se observó en el apartado B, se obtiene un mínimo nulo (así lo consideramos) cuando los ejes de transmisión de los dos polarizadores forman $(96 \pm 1)^\circ$.

Sabemos que cuando sobre un polarizador incide luz linealmente polarizada, la intensidad transmitida resulta:

donde θ es el ángulo formado entre la dirección de vibración de la luz incidente y el eje de transmisión del polarizador.

Teniendo en cuenta la descalibración estudiada en el apartado A, podemos admitir que el ángulo que forman los ejes de transmisión de los polarizadores es de 90° y que el haz problema se trata de Luz Linealmente Polarizada.

C3) Luz de la lámpara de sodio a través de un polarizador tras el cual se coloca la lámina auxiliar con sus líneas neutras a 45° con el eje de transmisión del polarizador.

Prueba 1. No se observan cambios de intensidad.

Prueba 2A. Se observa un mínimo de intensidad pero ausencia de extinción.

Según el diagrama de flujo tenemos mezcla de Luz Natural y Circular.

Cuando sobre una lámina $\lambda/4$ incide luz linealmente polarizada formando un ángulo de 45° sobre sus líneas neutras el haz resultante se encuentra circularmente polarizado.

En este caso, si hacemos atravesar el haz a través de un polarizador, no encontraremos ninguna variación de la intensidad, pero esto también ocurriría si tuviéramos luz natural.

Para diferenciar los dos fenómenos, introducimos otra lámina retardadora tras el haz problema.

Sabemos que al incidir luz sobre una lámina $\lambda/4$ ésta va a provocar un desfase de $\pi/2$. Al tener luz circular, alguno de sus ejes van a coincidir con las líneas neutras, por lo que la luz emergente va a resultar linealmente polarizada, y por lo que vamos a obtener máximos y mínimos (los cuales deberían ser nulos si no hubiera luz

natural parásita).

C4) Luz de la lámpara de Sodio a través del dispositivo problema y a través del mismo dispositivo girado 180°

Prueba 1. Luz linealmente polarizada. Extinción casi total. Podemos asegurar que se trata de un polarizador incluso de mejor calidad que los usados anteriormente ya que el mínimo de intensidad es mucho más cercano al cero que usando los otros.

Giramos 180° el polarizador problema.

Prueba 1. Mínimo pero no extinción.

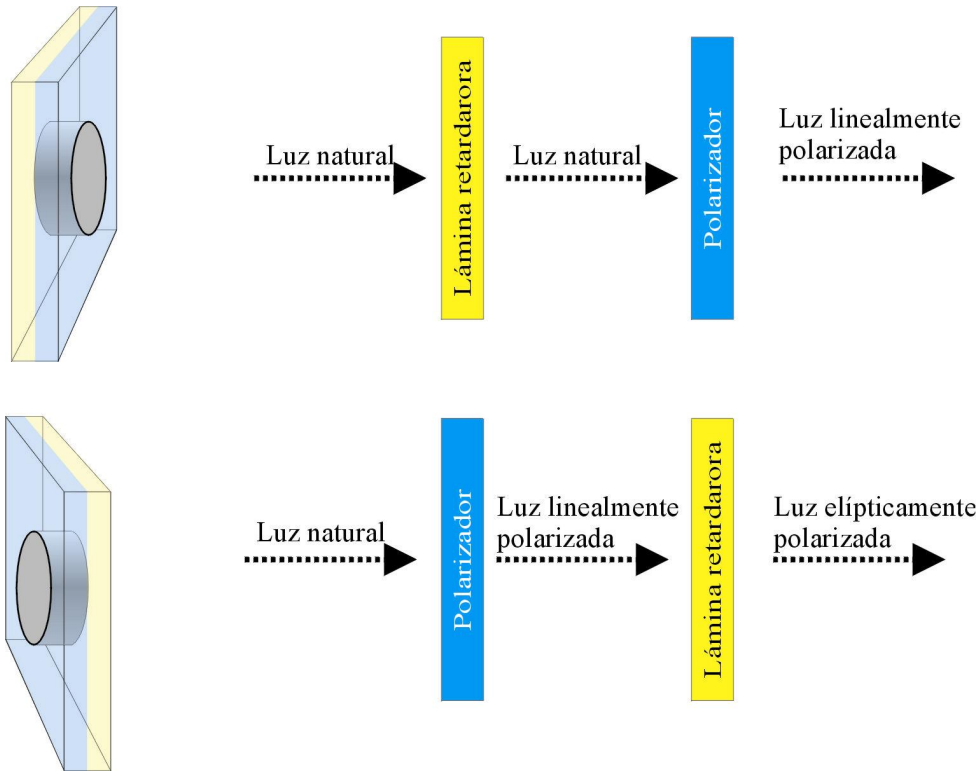
Prueba 2B. Encontramos un mínimo sin extinción del haz y el eje de transmisión del polarizador no es paralelo a las líneas neutras de la lámina retardadora.

Según el diagrama de flujo esto implica que la luz que emerge del polarizador problema es mezcla de Luz Elíptica y Natural.

Con ninguno de los otros polarizadores con los que hemos estado trabajando hemos probado a girarlo 180°, siempre lo hemos usado con la misma orientación. Pero sorprendentemente, al girar este dispositivo problema, deja de actuar como un polarizador y nos hace pensar que actúa como polarizador y lámina retardadora.

Si actuara exclusivamente como polarizador, encontraríamos, como en el apartado anterior, luz linealmente polarizada; y si actuara como lámina /4 no afectaría en nada a la luz natural incidente (explicado anteriormente). Para explicar el fenómeno observado hay que suponer que el dispositivo problema tiene dos partes: polarizador y lámina /4 con sus ejes formando un ángulo distinto de 45° con el eje de transmisión del polarizador. La luz natural que se obtiene es debido a la luz parásita e irregularidades del montaje.

Por todo lo explicado en el apartado C1 y en este apartado, en el primer experimento con este dispositivo, no es posible notar la existencia de la lámina retardadora en él, ya que la luz natural incidiendo sobre una lámina /4 no se ve afectada.



C5) (Fuera de guión) Luz de lámpara de sodio a través de un polarizador tras el cual se coloca una lámina $\lambda/4$ con las líneas neutras formando 20° con el eje de transmisión del polarizador.

Prueba 1. Mínimo pero no extinción.

Prueba 2B. Extinción del haz (se puede decir que lo hemos supuesto, ya que el mínimo no era nulo completamente). Esto, según el diagrama de flujo implica Luz Elípticamente Polarizada.

Al incidir luz linealmente polarizada sobre una lámina $\lambda/4$ cuyas líneas neutras forman un ángulo distinto de 45° con la luz incidente, obtenemos dos componentes de distinta amplitud, con lo que el resultado es luz elípticamente polarizada.