

Laboratorio de Electromagnetismo y Óptica (ByG)

TP N°4: Polarización

Objetivos

Estudiar el fenómeno de polarización de la luz. Determinar experimentalmente la Ley de Malus [1].

Introducción

Una onda transversal es aquella en la que la propiedad que vibra u oscila es de carácter vectorial y lo hace en una dirección perpendicular a la dirección de propagación. Una onda transversal puede estar polarizada. Esto consiste en que la propiedad que vibra lo haga de un modo predecible. Si la vibración es siempre paralela a una dirección fija se tendrá *polarización lineal*; si el vector que describe la vibración rota a una frecuencia dada perpendicular a la dirección de propagación la onda tendrá *polarización circular* o *elíptica* [2]. Obviamente, el concepto de polarización carece de sentido para una onda escalar como lo es, por ejemplo, una onda de presión.

Un ejemplo de onda mecánica transversal es el caso de una onda viajando por una cuerda: el desplazamiento o elongación es perpendicular a la dirección de propagación. Si se intercala una rejilla en algún punto de la cuerda, es claro que sólo las oscilaciones en la dirección de las rejas podrán pasar. Este dispositivo (rejilla), que sólo deja pasar las vibraciones en un solo estado de polarización, se llama polarizador.

En el presente trabajo experimental, se estudiarán las propiedades análogas a las anteriormente descritas para el caso de la luz, en la cual lo que oscila son los campos eléctrico y magnético, que tienen carácter vectorial.

Un experimento clave para poner a prueba el carácter transversal de una onda, consiste en utilizar dos polarizadores en forma consecutiva, formando un ángulo θ entre sus direcciones de polarización (Figura 1) y medir la intensidad de la onda que se transmite como función de θ . El primer *polarizador* polariza linealmente la onda incidente

mientras que el segundo polarizador se utiliza como *analizador*. Si la amplitud de la onda polarizada a la salida del primer polarizador la designamos como E_0 , la amplitud transmitida por el analizador será $E_0 \cdot \cos(\theta)$. Esto se debe a que sólo la componente del campo eléctrico en la dirección del eje de polarización del analizador será transmitida. Como la intensidad de la onda (energía por unidad de área y tiempo) es proporcional al cuadrado de la amplitud [2], tendremos que la intensidad transmitida variará con el cuadrado del $\cos(\theta)$, es decir

$$I(\theta) = I_0 \cos^2(\theta) . \quad (1)$$

La relación (1) se conoce como *Ley de Malus*. Esta ley puede utilizarse como un ensayo para determinar en forma operacional si una onda es transversal o no.

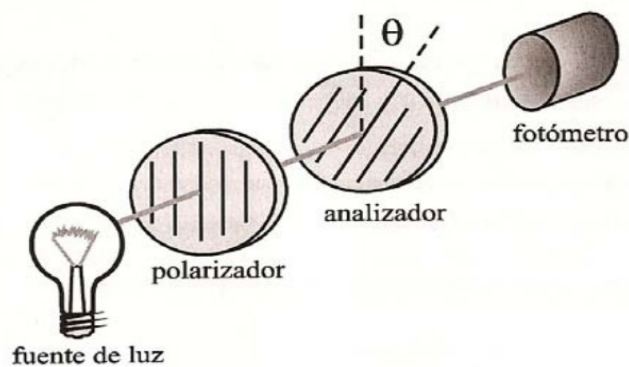


Figura 1: Esquema del dispositivo experimental empleado para estudiar el fenómeno de la luz polarizada.

Actividades

Utilizaremos el simulador que se encuentra en <https://www.uv.es/indoptic/applets/Malus/index.html>. El dispositivo se muestra la Figura 2. Una fuente de luz no polarizada incide sobre un polarizador. Luego la luz se encuentra polarizada en dirección del eje del primer polarizador e incide sobre un segundo polarizador (analizador), cuyo eje se encuentra a un ángulo θ respecto al eje del primer polarizador (en la Figura 2 el ángulo θ

que se forma entre los ejes de ambos polarizadores es de 45°). Finalmente la luz incide sobre un fotómetro que posibilita medir su intensidad.

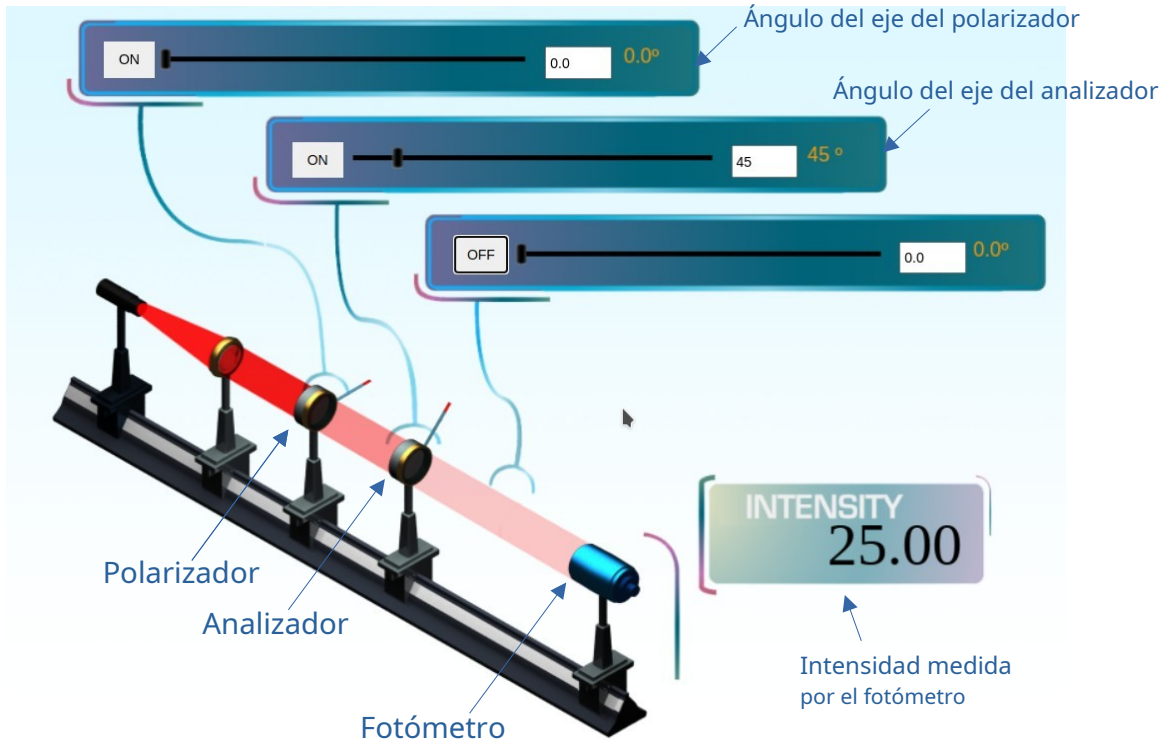


Figura 2: Esquema del dispositivo en el simulador a utilizar en esta actividad.

Estudie cómo varía la intensidad luminosa transmitida en función del ángulo entre los dos polarizadores. Para ello:

1) Mida con el fotómetro la intensidad de luz transmitida (I) en función de θ (variando por lo menos entre 0° y 180°).

2) Represente gráficamente I en función de:

(a) θ ,

(b) $\cos(\theta)$,

(c) $\cos^2(\theta)$,

e indique cual de estos gráficos cree que es mejor para poder ver a simple vista si I depende de $\cos^2(\theta)$.

3) Realice un ajuste por el método de cuadrados mínimos y discuta si a partir de los resultados obtenidos se puede afirmar que se corrobora que la luz linealmente polarizada obedece la Ley de Malus.

4) Realice un informe de un máximo de 4 páginas que contenga una breve descripción del procedimiento empleado para hacer las mediciones, los resultados obtenidos, una discusión de los mismos y las conclusiones finales.

Referencias

[1] S. Gil y E. Rodríguez, Física re-Creativa: Experimentos de Física usando nuevas tecnologías, Prentice Hall, Buenos Aires (2001) (www.fisicarecreativa.com) y referencias citadas.

[2] E. Hecht, Óptica, Ed. Addison Wesley, 3° ed., Capítulo 8 (1998).