

Interferencia: Polarización

Objetivos

Estudiar la ley de Malus. Estudio de la polarización por reflexión y estimación del índice de refracción del acrílico.

Introducción

En una onda transversal la propiedad que vibra u oscila es una magnitud de carácter vectorial y lo hace en una dirección perpendicular a la dirección de propagación. Decimos que una onda transversal está polarizada si la propiedad que vibra lo hace de un modo predecible, es decir, siempre paralelamente a una dirección fija (polarización lineal) o con el vector que describe la vibración rotando a una frecuencia dada alrededor de la dirección de propagación (polarización circular). Un ejemplo de onda mecánica transversal es el caso de una onda viajando por una cuerda; aquí el desplazamiento o elongación es perpendicular a dirección de propagación de la onda. La vibración puede ocurrir en cualquier dirección perpendicular a su propagación. Si se intercala una rejilla en algún punto de la cuerda, es claro que solo las oscilaciones en la dirección de las rejillas podrán pasar. Este dispositivo (rejilla) que solo deja pasar las vibraciones en un solo estado de polarización se llama un polarizador. En el caso de la luz

Ley de Malus.

Estudie como varía la intensidad de luz que recibe el detector en función del ángulo que hay entre dos polarizadores lineales empleando el dispositivo experimental se muestra esquemáticamente en la Figura 1

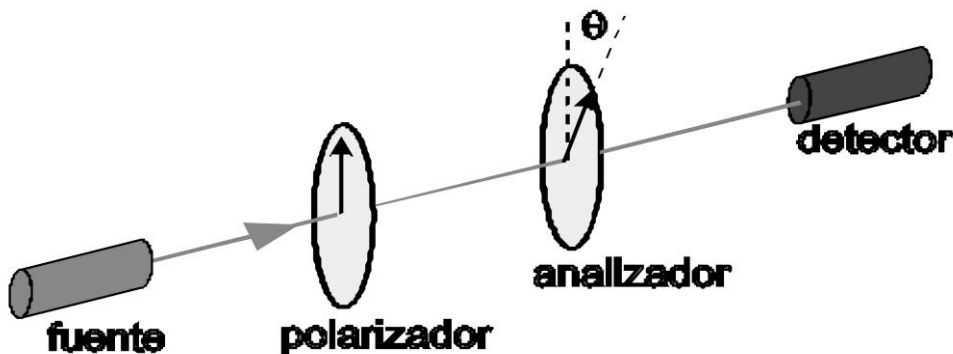


Figura 1. Esquema experimental. Ley de Malus.

La fuente de luz es una **lámpara incandescente** y el detector un fotómetro. El primer polarizador (más cercano a la fuente) se denomina simplemente polarizador y el más alejado es el analizador. Este último deberá tener un goniómetro para medir su posición angular.

Polarización por reflexión. Angulo de Brewster

Cuando la luz no polarizada incide sobre la superficie que separa dos medios no conductores caracterizados por distintos índices de refracción, una parte se refleja y otra parte se transmite al segundo medio. La onda reflejada se polariza parcialmente en una cantidad que depende del ángulo de incidencia y de los índices de refracción de ambos medios. En 1812 Brewster observó que cuando las direcciones de los haces transmitido y reflejado formaban un ángulo de 90° , el haz de luz reflejado resultaba polarizado linealmente.

Si descomponemos la luz incidente en una componente paralela y otra perpendicular al plano de incidencia, la ley de Brewster indica que con la luz reflejada está completamente polarizada perpendicular al plano de incidencia. Siendo n_1 y n_2 los índices de los medios de origen e incidencia respectivamente, ϕ_1 y ϕ_2 los ángulos de incidencia y transmisión tenemos que

$$n_1 \sin \phi_1 = n_2 \sin \phi_2 \quad \text{Ley de Snell, y} \quad \phi_2 = 90^\circ - \phi_1 \quad \text{condición de Brewster}$$

reemplazando se tiene que en un ángulo de incidencia particular $\phi_1 = \phi_B$ que cumpla con la condición de Brewster

$$\text{tg } \phi_B = n_2 / n_1$$

se obtiene polarización por reflexión

Montaje experimental

Usando láser, un polarizador, un medio de reflexión/transmisión y un fotómetro, estudie las características de polarización de un haz de láser y encuentre el ángulo de Brewster. ¿Es polarizada la luz del láser que está empleando?

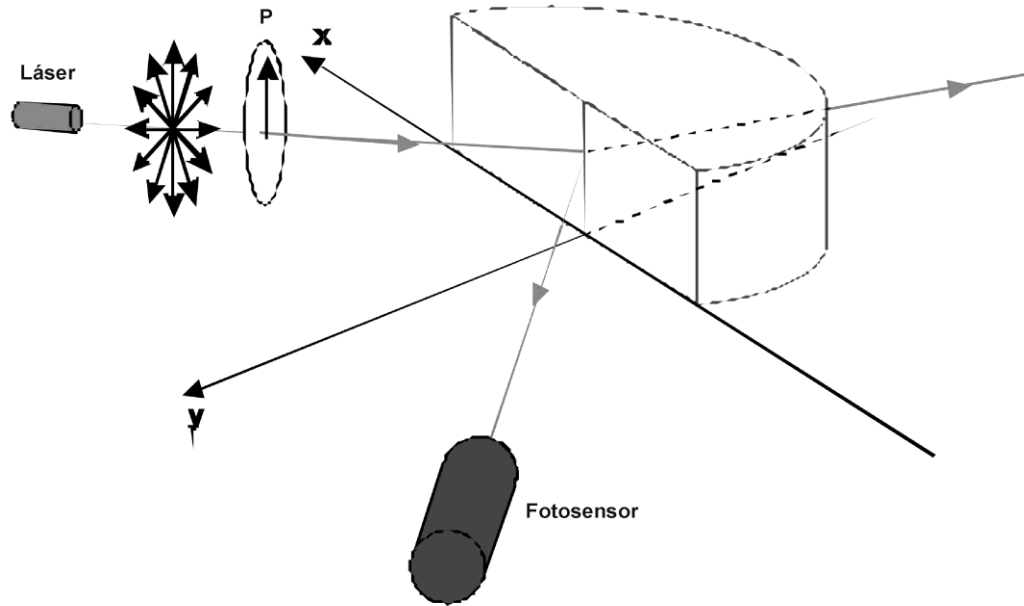


Figura 2. Esquema del dispositivo experimental para estudiar polarización por reflexión

Usando un dispositivo similar al indicado esquemáticamente en la Figura 2, estudie como varía la intensidad de la luz reflejada por una muestra de vidrio o acrílico. Para esta parte, conviene que la muestra no sea de caras paralelas. De este modo los haces reflejados y transmitidos por la segunda cara no llegarán al detector o pantalla, proviniendo solo de la reflexión y transmisión en una sola cara. Realice este estudio usando un haz de láser polarizado, con el campo eléctrico oscilando en un plano perpendicular al plano de reflexión (modo s) y con el vector campo eléctrico en la dirección de dicho plano (modo p).

Estudie los estados de polarización del haz reflejado, para distintos ángulos de incidencia, y en particular cuando forma un ángulo de 90° con el haz refractado. Determine el ángulo de reflexión y a partir de este dato estime el índice de refracción del material. Discuta y explique sus resultados concernientes al estado de polarización de los rayos reflejados y transmitidos.

Sugerencia: El conjunto de polarizador y el acrílico operan de forma similar al polarizador y analizador usados para estudiar la Ley de Malus, de este modo cuando el polarizador P tenga su eje paralelo al plano de incidencia la intensidad detectada por el fotosensor será la más baja, siendo nula (idealmente) o mínima sólo cuando el ángulo de incidencia coincide con θ_B (caso en que el acrílico está actuando como un polarizador lineal con su eje perpendicular al plano de incidencia).