

10.bis. Polarización: Guau, ondas en 3D!

Material de lectura sugerido:

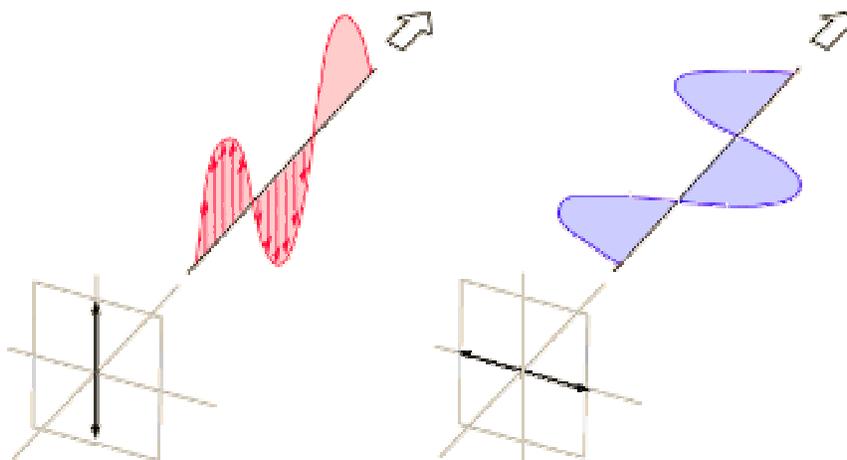
- *Física para la ciencia y la tecnología. Mecánica. Oscilaciones y ondas. Termodinámica.* Paul A. Tipler.
- *The Feynman Lectures on Physics. Vol 1.* Richard Feynman.

Introducción:

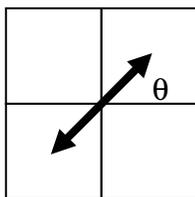
Polarización Lineal

La polarización es un fenómeno que puede producirse en las ondas transversales, como la luz, por el cual la onda oscila sólo en un plano determinado, denominado plano de polarización. Este plano es perpendicular a la dirección de propagación de la onda.

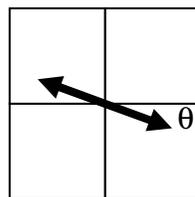
A continuación se muestran dos posibles estados de polarización: lineal en la dirección vertical y lineal en la dirección horizontal.



1. ¿En qué se diferencia el campo eléctrico de estas dos ondas? Escríbalo para cada una de ellas.
2. Sumando estas dos componentes con distinta amplitud se pueden generar todos los estados de polarización lineal. Escriba el campo de los estados expuestos a continuación:



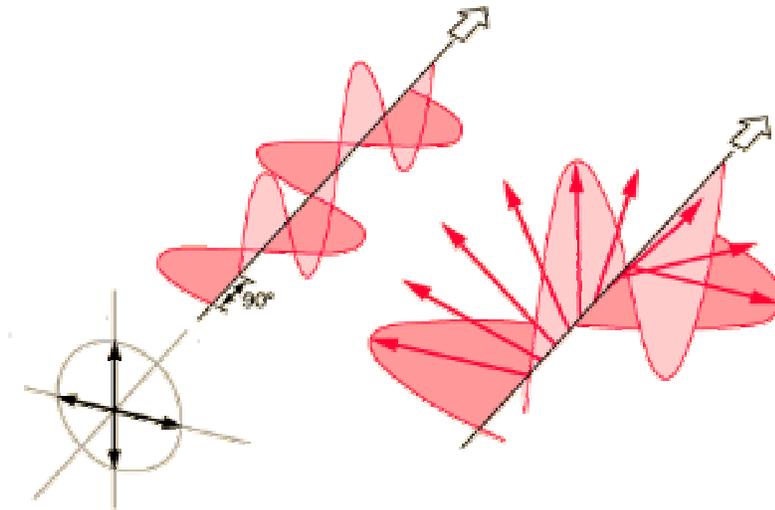
$$\theta = 45$$



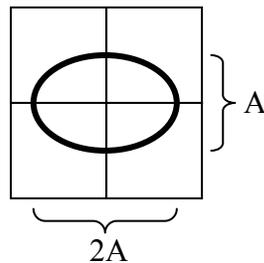
$$\theta = -20$$

Polarización circular y elíptica

Como ya vimos, un estado general de polarización lineal se produce cuando uno suma dos componentes linealmente polarizadas que tienen la misma fase. Ahora supongamos que la componente horizontal y la vertical están desfasadas en 90° . Esto implica que cuando una componente alcanza el máximo la otra está en un mínimo y viceversa. Como podemos ver en la figura el resultado de esta suma es que la punta del vector campo eléctrico va describiendo un círculo a medida que la onda se propaga. Este estado de polarización se llama circular.



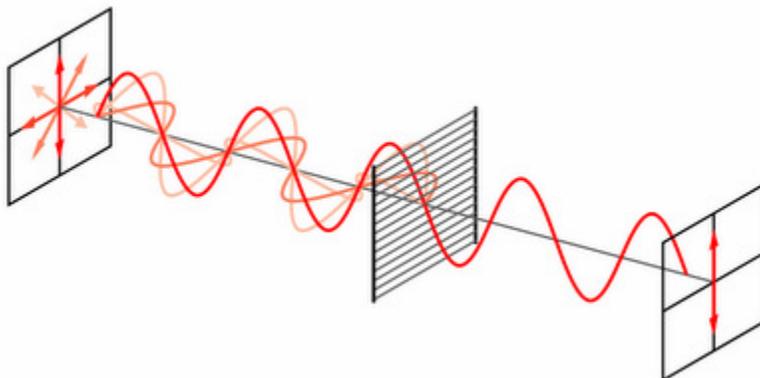
3. A partir de lo visto hasta ahora, ¿cómo se escribirá un estado de polarización elíptica?

**Polarizadores:**

Un filtro polarizador es un material que absorbe de manera selectiva una determinada dirección de oscilación del campo eléctrico de una onda electromagnética como la luz. Cuando un haz de luz no polarizada atraviesa dicho material, la luz saliente (transmitida) queda polarizada.

Discuta que ocurrirá si sobre un polarizador incide luz:

- linealmente polarizada en la dirección del eje del polarizador.
- linealmente polarizada en la dirección perpendicular al eje del polarizador.
- linealmente polarizada en una dirección que forma un ángulo de 45° con el eje del polarizador.
- circularmente polarizada.
- no polarizada.



Polarizador lineal: la componente horizontal del campo eléctrico es absorbida por los cables mientras que la vertical, al no poder generar corrientes, pasa sin ser perturbada.

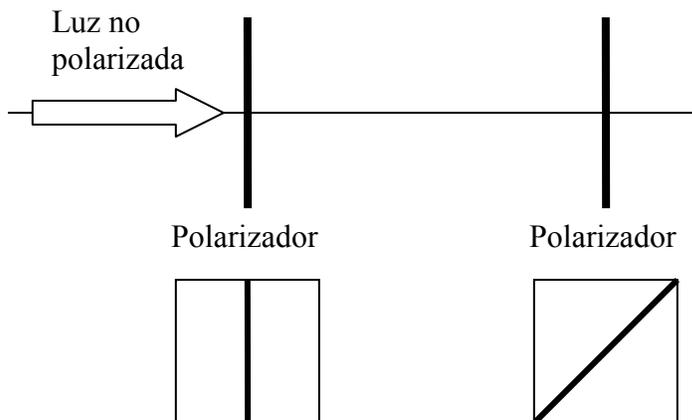
Ley de Malus

La ley de Malus, así llamada por su descubridor, el físico francés Étienne-Louis Malus, indica que la intensidad de un rayo de luz polarizado linealmente, que atraviesa un polarizador perfecto está dada por la siguiente ecuación:

$$I = I_0 \cos^2(\theta)$$

donde I_0 indica la intensidad de la luz antes de pasar por el polarizador, I es la intensidad resultante, y θ es el ángulo entre el eje del polarizador y el eje de polarización de la luz incidente.

4. ¿Se le ocurre de dónde viene el cuadrado en el coseno?
5. Encuentre la intensidad final de la luz respecto de la incidente para el siguiente arreglo:



Láminas retardadoras

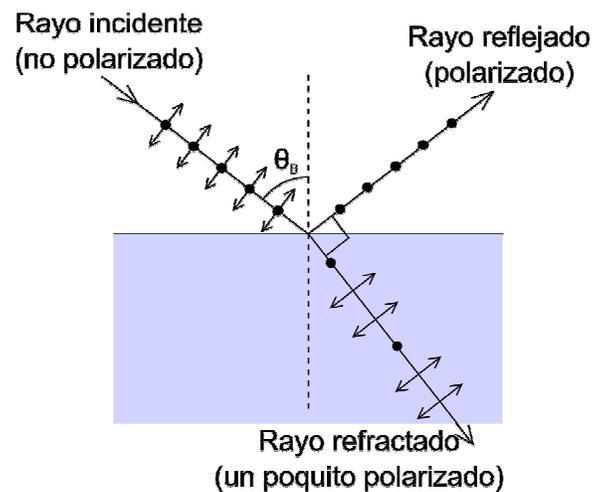
Hay materiales que, debido a su estructura microscópica anisótropa, la velocidad de propagación de la luz depende de su estado de polarización. Con estos materiales pueden construirse las llamadas láminas retardadoras de media onda cuyo efecto es el de introducir un desfase de 90° entre las componentes horizontal y vertical de polarización de la luz que la atraviesa.

6. ¿Qué sucede cuando luz circularmente polarizada incide sobre una lámina de media onda? ¿Qué polarización tienen la luz saliente?
7. Utilizando estas láminas junto con polarizadores es posible obtener luz circularmente polarizada a partir de una fuente natural. Diseñe un arreglo de estos elementos que produzca este efecto.

Polarización por reflexión:

Al reflejarse un haz de luz no polarizada sobre una superficie, la luz reflejada sufre una polarización parcial de forma que la componente del campo eléctrico paralela a la superficie reflejante tiene mayor amplitud que la componente contenida en el plano de incidencia.

En particular, cuando la luz incide sobre una superficie con un ángulo tal que el rayo reflejado forma un ángulo recto con el transmitido, la componente del campo eléctrico paralela al plano de incidencia no es reflejada. Éste ángulo es conocido como ángulo de Brewster.



8. La tangente del ángulo de Brewster es igual a la relación entre los índices de refracción del segundo medio y el primer medio. Demuéstrelo.
9. Si tuviera que diseñar unos anteojos Ray Ban utilizando vidrios polarizados. ¿En qué dirección pondría el eje de los polarizadores? ¿Por qué?