

Naturaleza electromagnética de la luz

Polarización

Mariana Isabel Genna y María Fernanda Romano

migena57@hotmail.com

Marcovalli@ciudad.com.ar

Laboratorio II para Biólogos y Geólogos - Departamento de Física UBA.

Segundo cuatrimestre – 2000

Resumen:

Se analizaron las características y propiedades básicas de la luz polarizada, utilizando un dispositivo simple que contenía un conjunto de polarizador–analizador.

Introducción:

Existen dos tipos de ondas: transversales y longitudinales. Las transversales son aquellas en las que la oscilación de la perturbación es ortogonal al sentido de propagación de la onda. En cambio, en las longitudinales la oscilación se produce en el mismo sentido en que se propaga la onda.

Solamente una onda transversal puede polarizarse. La luz es un caso de onda transversal, formada por un campo eléctrico (E) y uno magnético (B), los cuales son perpendiculares a la dirección de propagación y a su vez son ortogonales entre sí. Se denomina luz polarizada linealmente a aquella en la cual el campo eléctrico oscila en una determinada dirección. El instrumento utilizado para obtener luz polarizada linealmente se denomina polarizador lineal. Puede verificarse que si luz linealmente polarizada incide sobre un polarizador, la intensidad transmitida I varía con el ángulo θ entre la dirección de polarización y el eje de transmisión del polarizador según:

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

lo que se conoce como Ley de Malus.^[1-3]

El objetivo de la práctica fue el estudio de las características y propiedades básicas de la luz polarizada, comparando los resultados obtenidos con el modelo de la ley de Malus.

Método experimental:

Utilizamos el dispositivo de la Fig. 1, compuesto por una fuente de luz no polarizada, un polarizador, un analizador y un fotómetro conectado a una PC. El conjunto se montó sobre un soporte rígido y se cuidó de que las partes estuvieran bien alineadas. La misión del primer polarizador es lograr luz polarizada, cuya intensidad transmitida por el analizador (que es en realidad otro polarizador) es medida con el fotómetro.

En el experimento fuimos rotando el analizador cada 5° hasta completar los 360° , y registramos en la PC los datos de intensidad obtenida en cada posición angular. La primera medición fue aquella en la que observamos un máximo de intensidad y para la cual el ángulo fue definido como igual a cero.

Utilizando el programa Excell, se graficó:

- La intensidad registrada por el fotómetro en cada medición en función del ángulo θ (Fig. 2).
- La intensidad registrada por el fotómetro en cada medición en función del $\cos \theta$ (Fig. 3).
- La intensidad registrada por el fotómetro en cada medición en función del $\cos^2 \theta$ (Fig. 4).

Luego se compararon los resultados con el modelo dado por la Ley de Malus.

El error de la intensidad medida con el fotómetro fue tomado como la mitad del mínimo valor detectable por dicho instrumento. En el caso del error de la medición del ángulo, se tomó la mínima división del goniómetro adosado al analizador.

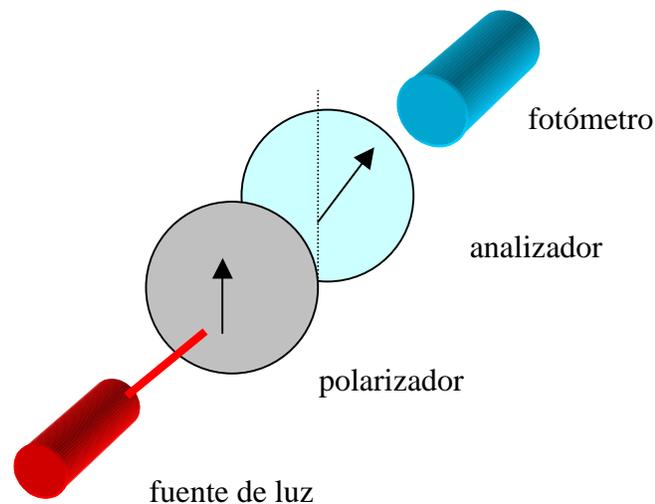


Fig. 1: Dispositivo experimental

Resultados y discusión:

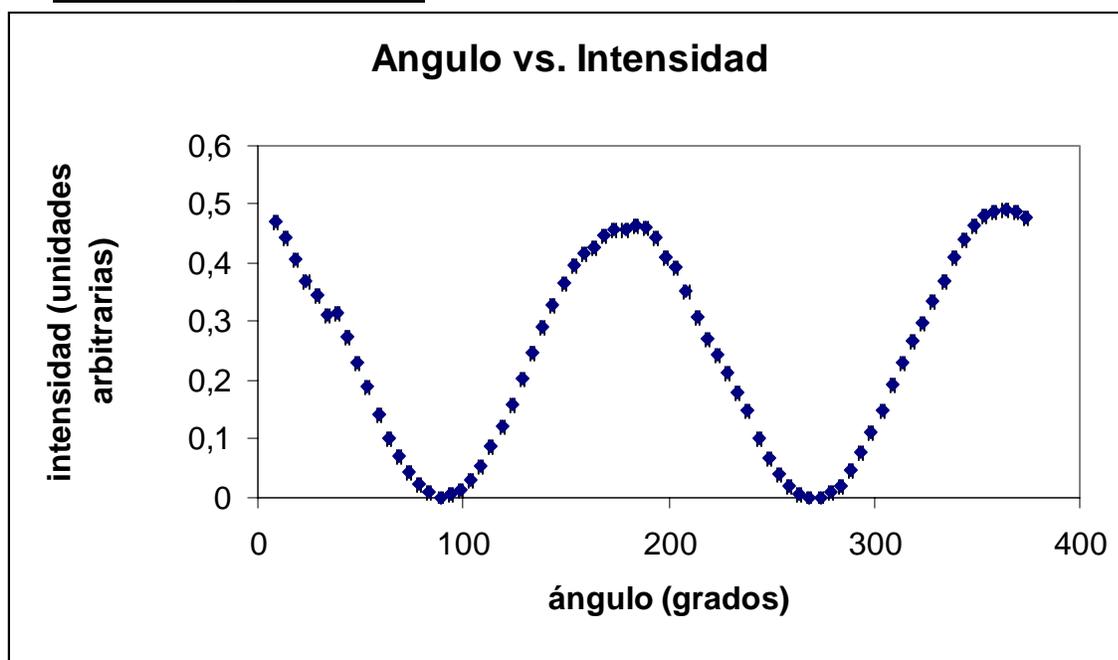


Fig. 2: Intensidad en función del ángulo

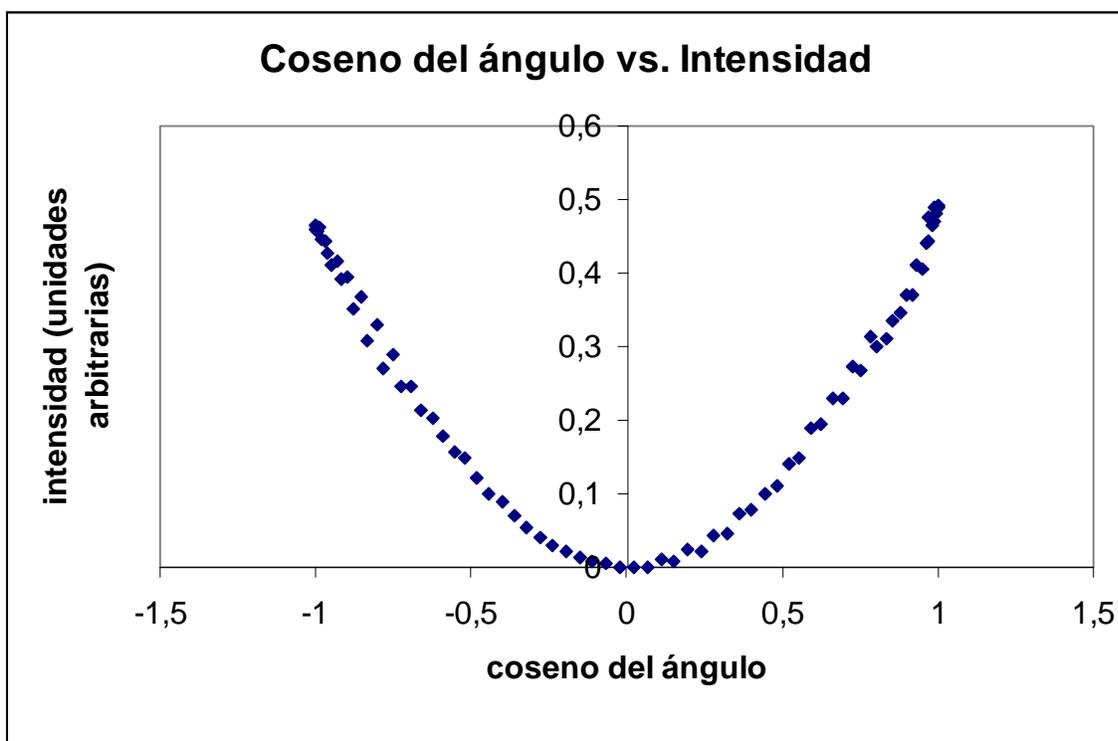


Fig. 3: Intensidad en función de $\cos \theta$.

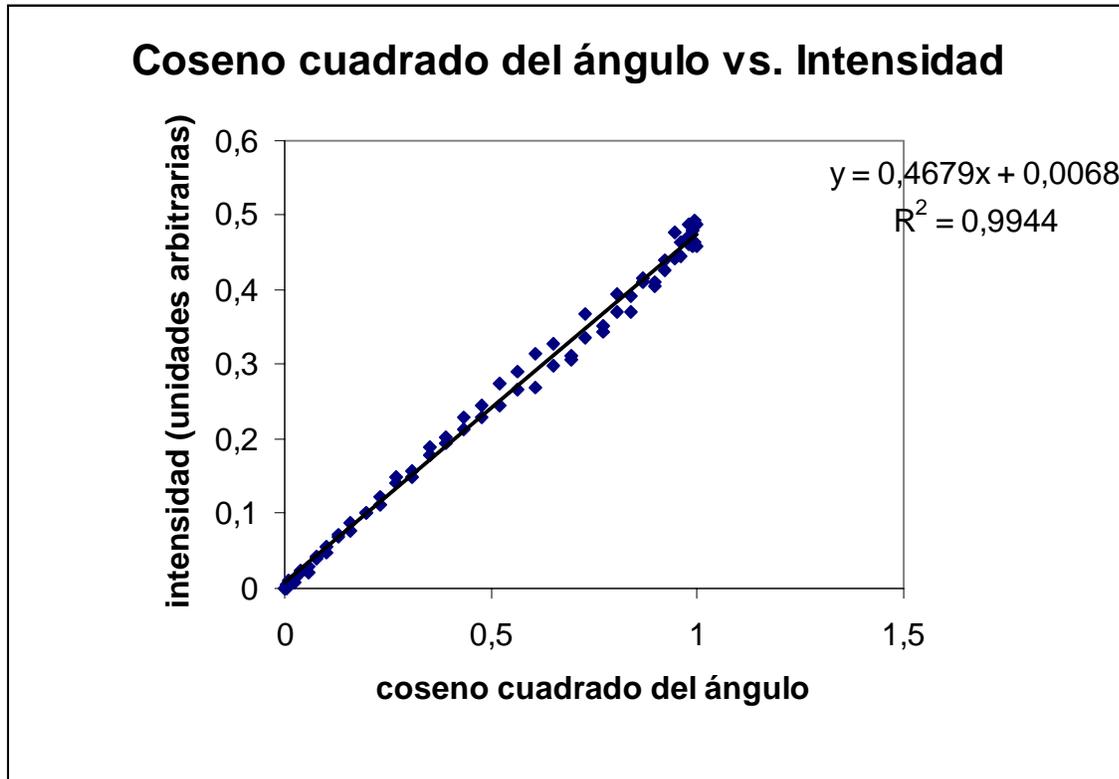


Fig. 4: Intensidad en función de $\cos^2 \theta$

Debido a que los errores de las variables graficadas fueron menores que el punto mismo, resultó imposible el trazado de las barras correspondientes.

En la Fig. 2, se observa que la función es periódica; siendo los dos mínimos y los dos máximos de intensidad “prácticamente iguales”. La pequeña asimetría podría deberse a que los elementos del dispositivo no se encuentren correctamente alineados, que el polarizador y/o analizador se encontraban manchados o dañados, etc.

Es importante señalar que, debido a que no se trabajó en oscuridad total, los mínimos de intensidad no fueron cero, sino que corregimos los datos sistemáticamente para que así fuera. También deducimos que la diferencia entre las posiciones de los ángulos correspondientes a los máximos de intensidad es igual a 180° .

En la Fig. 3 se observa que la función $I[\cos(\theta)]$ es parabólica. Obsérvese que en $\cos(\theta) = 1$ y $\cos(\theta) = -1$ ($\theta = 0^\circ$ y $\theta = 180^\circ$) tenemos máximos de intensidad, mientras que para $\cos(\theta) = 0$, hay un mínimo ($\theta = 90^\circ$, condición de polarizadores cruzados).

En la Fig. 5 se observa una buena correlación lineal entre I y $\cos^2(\theta)$.

Conclusiones:

De las Figs. 2 y 3 podemos concluir que la diferencia entre máximos fue de 180° y entre máximos y mínimos de 90° : Esto se debe a que cuando los ejes de transmisión del polarizador y el analizador están perpendiculares entre sí, no se transmite luz. Mientras que al rotar el analizador 90° más respecto al polarizador, sus ejes se encuentran paralelos, registrándose un máximo de intensidad. De esta manera se explica que la función de la Fig.2 sea periódica.

Los datos y el modelo de la Ley de Malus (Fig. 4) se correlacionan aceptablemente, siendo la relación intensidad- $\cos^2 \theta$ lineal.

A través de la relación entre las intensidades y los ángulos de rotación del analizador, podemos ver que la luz polarizada se comporta como una onda electromagnética que oscila en un plano transversal al sentido de propagación.

Bibliografía:

1. Gettys, Keller, Skove, *Física clásica y moderna* (McGraw-Hill, España, 1991).
2. *Física re-creativa*- S. Gil y E. Rodríguez, *Naturaleza ondulatoria de la luz. Polarización*. Prentice Hall - Madrid 2001.
3. Eugene Hecht, Alfred Zajac, *Óptica* (Addison-Wesley Iberoamericana, 1986).