

ENSEÑANZA DEL FENOMENO DE INTERFERENCIA EN SUPERFICIES CURVAS TEACHING THE INTERFERENCE PHENOMENON ON CURVED SURFACES

Diego Ramírez*

RESUMEN

La luz se puede definir como una onda o una partícula dependiendo del fenómeno físico que se este presentando. En este trabajo analizamos el experimento y explicamos el fenómeno de interferencia de la luz de forma cualitativa, donde esta se comporta como una onda emitida por un láser de helio-neón dentro de un tubo de vidrio (ya sea una probeta o un tubo fluorescente). Este fenómeno se debe a la reflexión interna entre las superficies del vidrio, que debido a la curvatura y al índice de refracción del vidrio ocurre la interferencia de los frentes de onda, y de esta forma se puede observar el fenómeno. Esto se hace con el fin de dar una introducción a la óptica ondulatoria ya que en la mayoría de colegios solo se explica la óptica geométrica a partir de las partículas.

Palabras claves: reflexión interna, curvatura.

ABSTRACT

Light can be defined as a wave or a particle depending on the physical phenomenon being presented. In this work we analyze the experiment and explain the phenomenon of light interference in a qualitative way, where it behaves like a wave emitted by a helium-neon laser inside a glass tube (either a test tube or a fluorescent tube). This phenomenon is due to the internal reflection between the surfaces of the glass, which due to the curvature and the refractive index of the glass occurs the interference of the wave fronts, and in this way the phenomenon can be observed. This is done in order to give an introduction to the wave optics since in most schools only geometric optics is explained from the particles.

Key Words: internal reflection, curvature.

Introducción

Cuando observamos el mar o un lago a lo largo del día, vemos que este va adquiriendo el color que emite la atmósfera. También al estar en una piscina (o en donde la superficie del agua este calmada), y por algún motivo podemos ver la trayectoria de un rayo (sí hay arbustos o árboles los cuales rodean la piscina, o sí esta de noche y alguien tienen una linterna la cual se proyecta sobre la superficie del agua), al sumergirnos vemos que este tiene una desviación con respecto al que se observa en el aire.

Estos fenómenos que ocurren con la luz se les dieron el nombre de refracción y reflexión. Inicialmente Newton toma la luz como partículas, donde estas son proyectadas en vidrios, lentes y espejos, y son desviadas por la estructura y la geometría de los materiales. Pero un contemporáneo de Newton, Huygens, propuso que la luz tenía comportamiento ondulatorio, el cual puede explicar de igual manera estos fenómenos e incluso pueden explicar otros fenómenos como el de interferencia, difracción y polarización, que la teoría corpuscular no podía explicar. Estos fenómenos permiten calcular las longitudes de ondas de la luz visible.

¿En que consiste el experimento?

* Email: diferaro@hotmail.com

El experimento se creó al tratar de hacer el interferómetro de lámina de mica de Robert Pohl ^[1]. A esta lámina se le proyectaba el láser de helio-neón. Al ver que no se producía el fenómeno, se atravesó un tubo fluorescente que se encontraba en la caneca de la basura del salón, y observamos que se producían franjas sobre el tablero. Luego se utilizó una probeta para establecer si se producían en cualquier superficie esférica, y efectivamente así fue. En la Fig. 1 se observa el montaje.

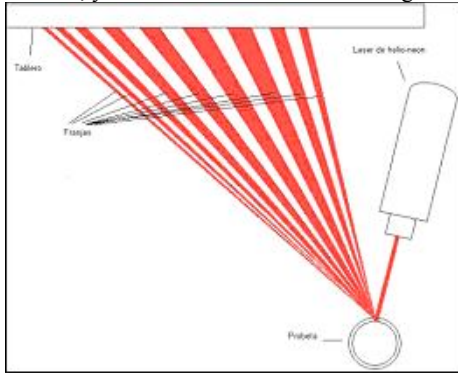


Figura 1. Montaje del experimento

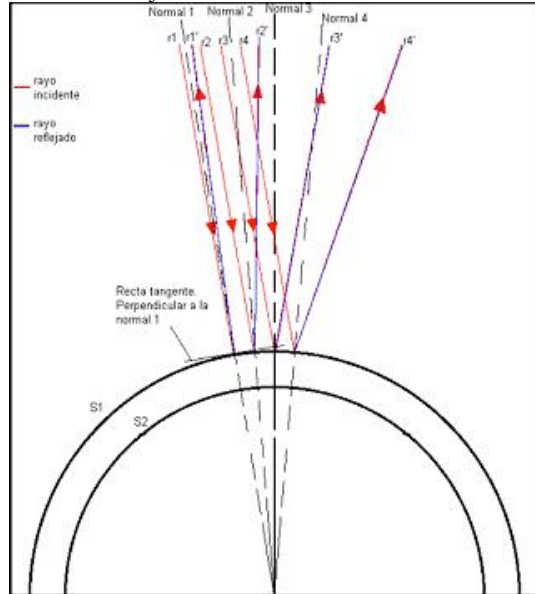


Figura 2. Rayos incidentes y reflejados en una superficie curva. Se muestran de distintos colores para distinguirlos. No es que en el fenómeno pase esto.

Analisis del experimento

La reflexión y la refracción son parte fundamental para el análisis del experimento. A continuación se analizará el comportamiento de la luz en una superficie curva. Imaginemos que un láser está compuesto de rayos. Estos rayos al incidir en la superficie externa del tubo se van a reflejar, tal como se muestra en la figura 2.

Llamamos r_1, r_2, r_3 y r_4 a los rayos incidentes y r_1', r_2', r_3' y r_4' a los rayos reflejados. La superficie externa del tubo se denomina S_1 y la interna S_2 . La normal de cada rayo es perpendicular a la recta tangente del punto donde inciden. Ahora se analizará el rayo reflejado.

En la figura 3 se observa la trayectoria del rayo.

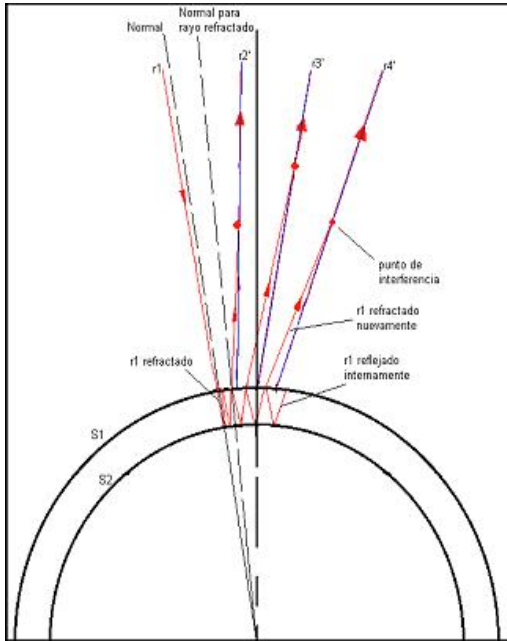


Figura 3. Rayo refractado y rayos reflejados en una superficie curva. Se muestran la intersección de los dos rayos debido a la curvatura del vidrio.

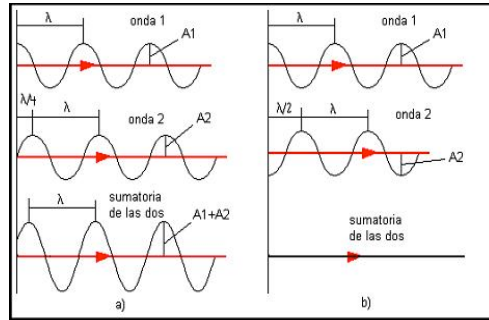


Figura 4. Trayectoria y sumatoria de dos ondas para una diferencia de fase de $\lambda/4$ y $\lambda/2$.

El rayo refractado r_1 se puede hallar por medio del índice de refracción del vidrio. Se observa que este se refleja en S_2 debido a que el espesor del tubo de vidrio es pequeño y su intensidad varía muy poco [2]. De S_2 retorna a S_1 pero con un ángulo distinto, debido a que la normal en cada punto donde incide el rayo en cada una de las superficies cambia, por la curvatura del vidrio. Debido a que la intensidad varía muy poco, el rayo reflejado internamente vuelve al medio en el que inicialmente se encontraba, es decir se refracta nuevamente, cruzándose o mejor dicho interfiriéndose con los rayos reflejados en S_1 .

Formación de franjas

El término de rayo tomado en la parte anterior nos ayuda a mirar como se interfieren la luz en ciertos puntos, pero indica muy poco. Imaginemos que en vez de un rayo tenemos una onda y tomemos el rayo como la trayectoria que tiene la onda, como indica la figura 4.

Recordemos que a una onda siempre se le asocia una longitud de onda (λ). En nuestro caso la onda es estacionaria [3]. Si tenemos dos ondas en el mismo plano, pero en distinta fase (por ejemplo si una se desplaza $\lambda/4$ con respecto a la otra), la sumatoria de estas me origina otra onda con diferente amplitud la cual puede ser mayor o menor con respecto a las sumadas, dependiendo de la fase. En la figura 4 se muestran los casos para $\lambda/4$ y $\lambda/2$. En la figura 4a vemos que al sumar las ondas se crea otra de mayor amplitud, y en la figura 4b vemos que la sumatoria da una onda de amplitud nula [4].

En la figura 5 podemos suponer que r_1 refractado y r_3 parten del tubo con la misma función de onda (puede ser seno o coseno). En la figura también observamos que r_1 refractado y r_3 parten desde lugares diferentes.

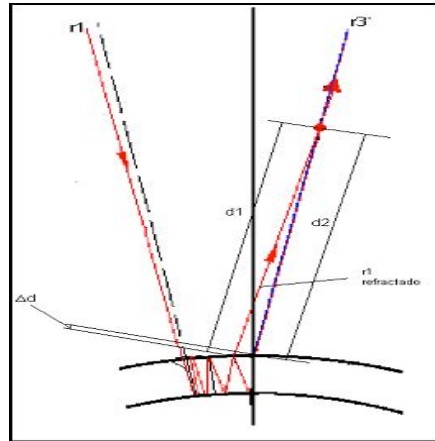


Figura 5. Diferencia de caminos (Δd) entre dos rayos en una superficie curva. Aquí observamos que $d1 - d2 = \Delta d$ que es la diferencia entre los caminos.

La distancia de para $r1$ refractado entre el tubo y el punto de interferencia es $d1$ y para $r3$ es $d2$. La diferencia entre $d1$ y $d2$ es Δd . Este Δd se le puede llamar diferencia de caminos.

Ahora analicemos Δd . Si Δd es igual a $\lambda/4$, la suma de las dos ondas, $r1$ refractado y $r3$, nos da como resultado una onda con una nueva amplitud, que para este caso tendrá la suma de las amplitudes de las ondas, $r1$ refractado y $r3$, como se muestra en la figura 4a. En otro caso cuando Δd es $\lambda/2$, la suma de las amplitudes de las ondas es cero, como se muestra en la figura 4b.

Por otro lado debemos tener en cuenta que el Δd va a variar según los dos ondas que se intercepten, de modo que lo que se vera en la pantalla (tablero), será una serie de suma de ondas en donde algunas se comportaran como en la figura 4a, viendo luz, y otras se comportaran como en la figura 4b, observando una ausencia de luz. Cuando la diferencia de caminos es λ o $m\lambda$, donde m es 0, 1, 2, 3, 4..., que la amplitud de la nueva onda es la máxima, y cuando la diferencia de caminos es $(m+1/2)\lambda$, la amplitud de la nueva onda es cero.

Con esto dejamos descrito el fenómeno de interferencia en las superficies curvas, donde el experimento puede ser realizado fácilmente, y dar una idea sin la necesidad de utilizar una gran cantidad de formulas matemáticas.

REFERENCIAS

- [1] Sears, Zemansky, Young, Física Universitaria, Sexta Edición. Ed. Adisson-Wesley, Pág. 901-902.
- [2] Sears, Zemansky, Young, Física Universitaria, Sexta Edición. Ed. Adisson-Wesley, Pág. 840-841.
- [3] Sears, Zemansky, Young, Física Universitaria, Sexta Edición. Ed. Addison-Wesley, Pág. 497-498, 817-819.
- [4] Edward Finn. Volumen I: Mecánica. Edición revisada y aumentada, Física. Marcelo Alonso, Ed. Addison-Wesley, Pág. 371-374.