



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE BARQUISIMETO
“LUIS BELTRÁN PRIETO FIGUEROA”
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES**



**UTILIZACION DEL INTERFEROMETRO DE MICHELSON-MORLEY
PARA MEDIR EL INDICE DE REFRACCION DEL ACEITE DE
RECINO**

Barquisimeto, Febrero de 2011



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE BARQUISIMETO
“LUIS BELTRÁN PRIETO FIGUEROA”
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES**



**UTILIZACION DEL INTERFEROMETRO DE MICHELSON-MORLEY
PARA MEDIR EL INDICE DE REFRACCION DEL ACEITE DE
RECINO**

BR. JOSE LUIS GARCIA

Barquisimeto, Febrero de 2011

CAPITULO I

Resumen

El presente proyecto experimental, tiene como finalidad verificar el índice de refracción del aceite de Recino en su marca comercial Caribein C.A, utilizando el interferómetro de Michelson-Morley

Un interferómetro es un instrumento que permite medir con gran precisión cambios en las longitudes de onda mediante franjas de interferencia. Los diferentes tipos se basan en la división de un haz de radiación incidente en varios haces que siguen diferentes caminos ópticos siendo estos al final reunificados. Las variaciones producidas en el recorrido de los caminos ópticos crean el fenómeno de interferencia.

Thomas Young fue uno de los primeros en observar el fenómeno de interferencia en sus experimentos con sistemas de una, dos y más rendijas, viendo en una pantalla lejana un patrón de franjas claras y oscuras, esta fue la primera evidencia de la naturaleza ondulatoria de la luz.

El experimento de Young se puede considerar como un simple interferómetro; pudiendo calcular la longitud de onda de la radiación. En 1881, 78 años después del Experimento de Young, A. Michelson diseñó y construyó un interferómetro siguiendo el mismo principio, pero con una resolución mucho más alta. Rápidamente este instrumento fue utilizado para la investigación de medios ópticos.

Se enmarca el proyecto en la utilización del interferómetro para medir índice de refracción, este se define como la medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio homogéneo. En otras palabras la luz al atravesar de un medio a otro medio más denso cambia su longitud de onda y es lo que se pretende realizar, atravesar en un camino óptico del interferómetro el aceite de resino para determinar su índice de refracción

CAPITULO II

FUNDAMENTACION TEORICA

Bases Teóricas.

La física es la ciencia madre de las ciencias, y es además, experimental y metódica, de manera que necesita forzosamente comprobar sus teoremas, ya que sigue un método en el que la realidad y la abstracción deben llegar a los mismos resultados. Es una ciencia natural, y se basa precisamente en la naturaleza para sacar conclusiones verificables.

Es ante todo una ciencia experimental, pues sus principios y leyes se fundamentan en la experiencia adquirida al reproducir intencionalmente muchos de los fenómenos; sin embargo, al aplicar el método científico experimental, el cual consiste en variar en lo posible las circunstancias en que un fenómeno se reproduce para obtener datos e interpretarlos, se pueden encontrar respuestas concretas y satisfactorias a fin de comprender cada día más el mundo donde vivimos. Al respecto **Héctor Pérez Montiel, Física General (2010)**.

El interferómetro de Michelson-morley, inventado por Albert Abraham Michelson es un interferómetro que permite medir distancias con una precisión muy alta. Su funcionamiento se basa en la división de un haz coherente de luz en dos haces para que recorran caminos diferentes y luego converjan nuevamente en un punto. De esta forma se obtiene lo que se denomina la figura de interferencia que permitirá medir pequeñas variaciones en cada uno de los caminos seguidos por los haces. Este interferómetro fue usado para probar la inexistencia del éter, en el famoso experimento de Michelson y Morley

Configuración del interferómetro de Michelson-Morley

En un principio, la luz es dividida por una superficie semi especulada (o divisor de haz) en dos haces. El primero es reflejado y se proyecta hasta el espejo (arriba), del cual vuelve, atraviesa la superficie semi especulada y llega al detector. El segundo rayo atraviesa el divisor de haz, se refleja en el espejo (derecha) luego es reflejado en el semi espejo hacia abajo y llega al detector.

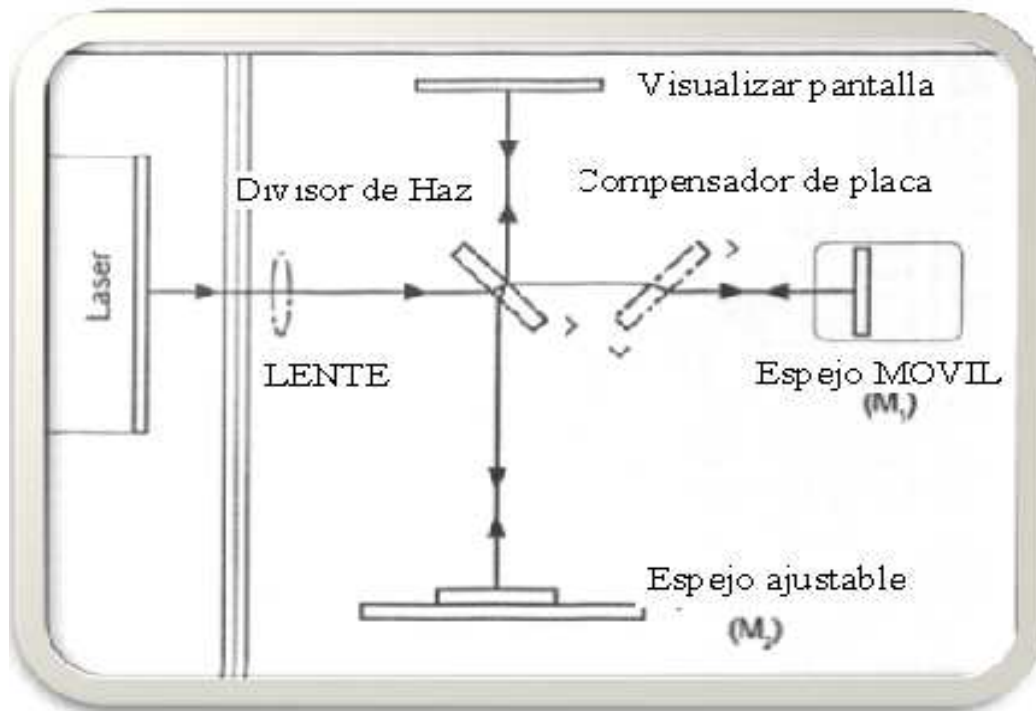


Fig.1

El espacio entre el semi espejo y cada uno de los espejos se denomina brazo del interferómetro. Usualmente uno de estos brazos permanecerá inalterado durante un experimento, mientras que en el otro se colocarán las muestras a estudiar.

Hasta el observador llegan dos haces, que poseen una diferencia de fase dependiendo fundamentalmente de la diferencia de camino óptico entre ambos rayos. Esta diferencia de camino óptico puede depender de la posición de los espejos o de la colocación de diferentes materiales en cada uno de los brazos del interferómetro. Esta diferencia de camino hará que ambas ondas puedan sumarse constructivamente o destructivamente, dependiendo de si la diferencia es un número entero de longitudes de onda (0, 1, 2,...) o un número entero más un medio (0,5; 1,5; 2,5; etc.) respectivamente.

En general se emplean lentes para ensanchar el haz y que sea fácilmente detectable por un fotodiodo o proyectando la imagen en una pantalla. De esta forma el observador ve una serie de anillos, y al desplazar uno de los espejos notará que estos anillos comienzan a moverse. En esta forma se puede explicar la conservación de la energía, ya que la intensidad se distribuirá en regiones oscuras y regiones luminosas, sin alterar la cantidad total de energía

La condición para la interferencia constructiva máxima es de

$$\Delta m = \frac{2d}{\lambda} .$$

Donde (m) es un entero y (λ) es la longitud de la luz entrante. Cuando la diferencia de longitud del camino (d) es un múltiplo entero de la longitud de onda, es decir la distancia que existe en el espejo M2 (variación de camino óptico, se gradúa con el tornillo micrométrico) la recombinación de los haces estarán en fase, ya que ambos haces de luz se originaron de la misma fuente. La amplitud resultante de la viga combinada será la suma de las amplitudes resultante de cada viga. Con una interferencia destructiva, las fases de los haces de luz son tales que la recombinación de rayos se cancelan mutuamente. La condición para la interferencia destructiva máxima es de

$$2d = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

Para nuestro experimento utilizamos la ecuación del principio de Huygens y la ley de refracción $\lambda = \frac{\lambda_{\text{laser}}}{n}$ Siendo (n) el índice de refracción de la luz y de la ecuación del interferómetro De Michael-Morley

$$\Delta m = \frac{2d}{\lambda} , \text{ Igualando estas dos ecuaciones Mostradas}$$

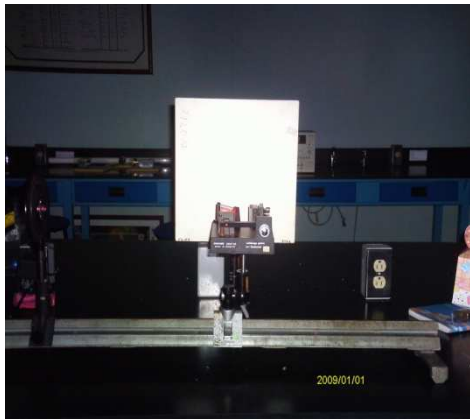
$\lambda = \frac{2d}{\Delta m}$ y $\lambda = \frac{\lambda_{\text{laser}}}{n}$ Obtenemos la ecuación a utilizar en la realización del experimento

De la Ecuación uno y dos se Obtiene $n = \frac{\Delta m \lambda_{\text{laser}}}{2d}$

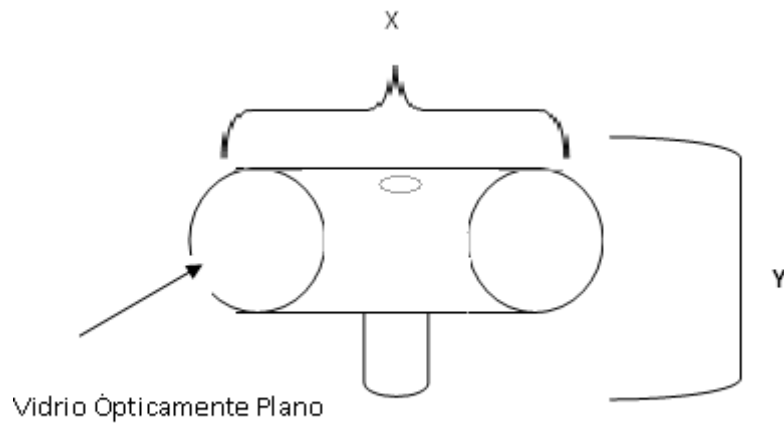
MÉTODO EXPERIMENTAL

Materiales

- Láser de He – N (632,8 nm)
- Banco óptico
- Interferómetro de Michaelson-Morley
- Porta lente
- Lente focal (+50 mm)
- Papel milimetrado
- Pantalla óptica
- Aceite de recino Caribein C.A



- Pieza de plástico en forma de T (medidas) longitud $X=1,1$ cm , altura $Y= 2$ cm, con vidrios ópticamente planos en sus aberturas, la pieza totalmente sellada solo dejando una abertura para introducir el aceite



Montaje del Interferómetro



- Coloque el laser, el porta lente y el interferómetro en el banco óptico
- Alinee el láser y la base del interferómetro, para que el rayo pase por el centro del Sistema.
- Coloque cada elemento óptico, divisor Del haz, espejos tal cual cada nombre Corresponda en la base del interferómetro y ajuste los elementos para que la Reflexión del láser entre por la apertura de salida del mismo láser.
- Coloque el espejo fijo, el divisor Del haz en 45° , verifique que la reflexión esté cerca Del centro del espejo fijo.
- Se deben observar dos conjuntos de tres puntos sobre la pantalla, cada uno debe Tener un punto brillante y dos más opacos (satélites). Ajuste los tornillos del espejo

Fijo hasta que los dos conjuntos estén sobre puestos.

- Coloque un lente de (18 o 50) mm de distancia focal entre el láser y el divisor del haz, en este momento se debe poder observar el patrón de interferencia.

- Es recomendable no colocar Durante todo el experimento el elemento compensador Ya que éste no permite colocar la base para el estudio de índices de refracción.



Actividad #1 Medición de índice de refracción del aire

Se coloca una página de papel milimetrado con un punto de referencia fijo, en la pantalla óptica

Ya alineado el interferómetro con el laser como ya se menciona, colocando el haz de +50 mm para ensanchar el haz de la luz se puede observar en la pantalla.

Círculos concéntricos de interferencias, donde se observan sus máximos y mínimos. Rodando una vuelta entera el tornillo micrométrico para evitar errores en la medición, Se procede a girar lentamente el tornillo micrométrico tomando su lectura inicial, y se cuenta la franja que pase por el punto de referencia y se contara como una franja, así sucesivamente, hasta contar un numero de franjas, mientras más se cuenten menos errores de medición existirán, se toma la lectura final del tornillo micrométrico y se resta con la inicial y se tendrá la distancia d .

Resultados

Conociendo la longitud del laser $\lambda = 632,8 \times 10^{-9} \text{ mts}$

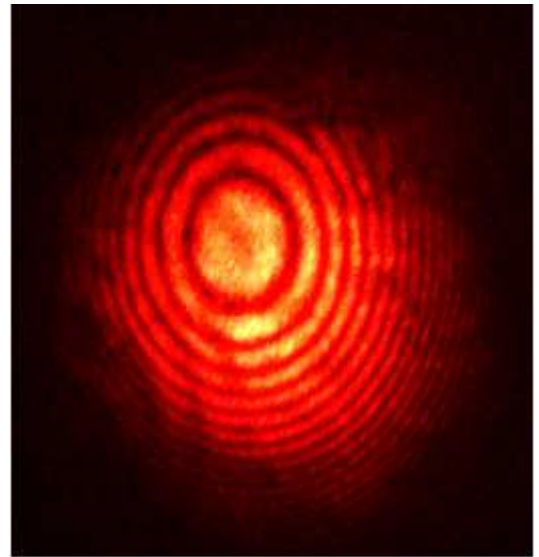
Variando el Tornillo micrométrico se Conto

$\Delta m = 75$ Franjas de Interferencias y

Una distancia en el camino Óptico de M2 de

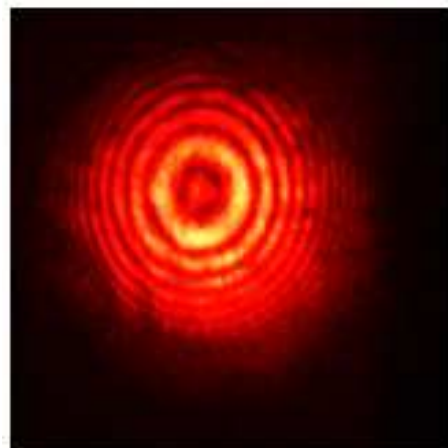
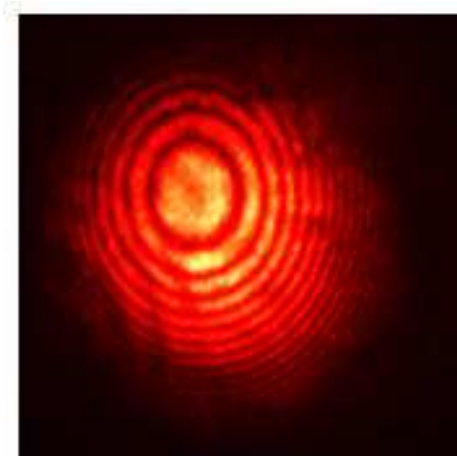
$d = (2,37 \times 10^{-5} \pm 0,01 \times 10^{-3}) \text{ mts}$

$$\Delta m = \frac{2d}{\lambda} \quad \mathbf{n} = \frac{\Delta m \lambda}{2d}$$



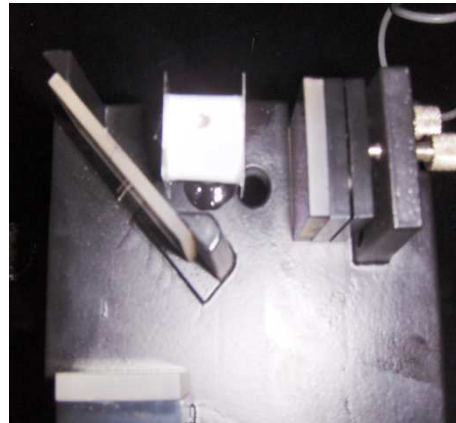
Midiendo el índice

$$\text{De refracción } \mathbf{n} = \frac{75 \cdot (63,8 \times 10^{-9} \text{ mts})}{2(2,37 \times 10^{-5} \text{ mts})} \quad \mathbf{n=1}$$



Actividad #2 Medición de índice de refracción del aceite de resino

Se procede a colocar la pieza de plástico en forma de T, llena de aceite de resino, en el camino óptico del espejo M2, de esta forma se produce un cambio en la longitud de onda por el cambio de medio que sufre el haz.



Resultados

Conociendo la longitud del laser $\lambda = 632,8 \times 10^{-9}$ mts

Variando el Tornillo micrométrico se Conto

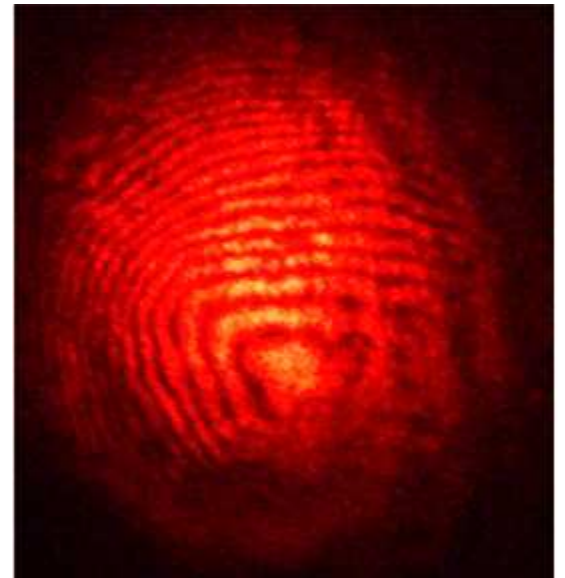
$$\Delta m = 43$$

Con una distancia en el camino Óptico de M2 de

$$d = (9,3828 \times 10^{-6} \pm 0,01 \times 10^{-3}) \text{ mts}$$

$$n = \frac{\Delta m \lambda}{2d}$$

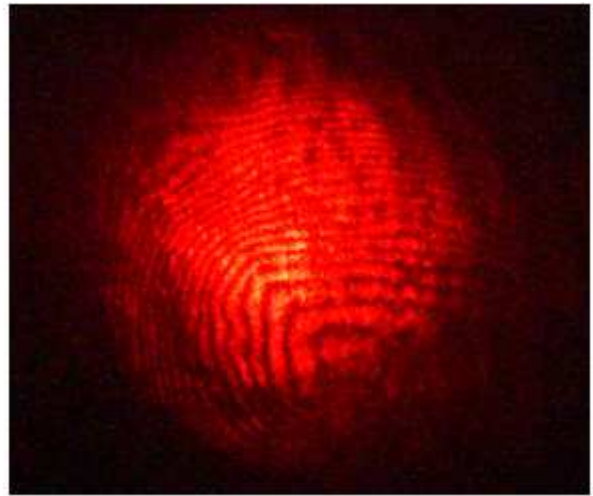
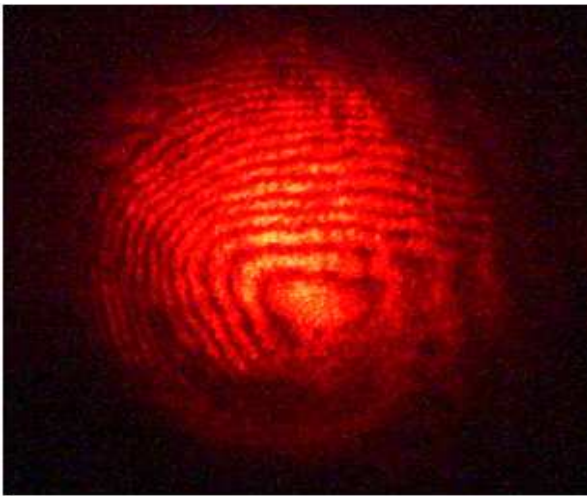
$$\text{Midiendo el índice de refracción } n = \frac{43 \cdot (632,8 \times 10^{-9} \text{ mts})}{2(9,3828 \times 10^{-6} \text{ mts})} \quad n = 1,45$$



En otros experimentos investigados se determino que el índice de refracción del aceite de resino está dentro de una escala 1,477-1,481, demostrando que el índice de refracción obtenido esta dentro de esa escala

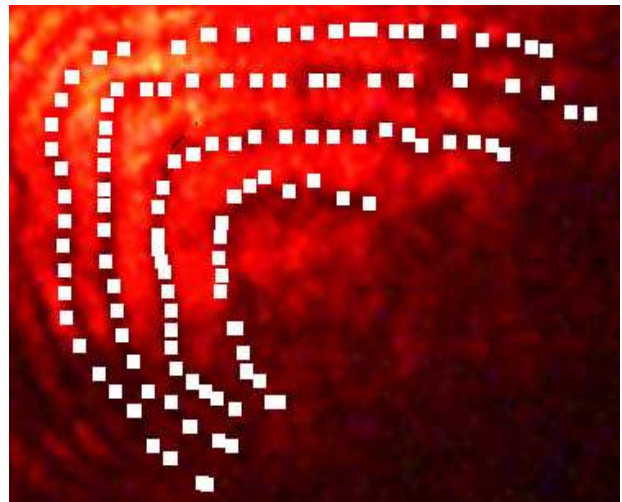
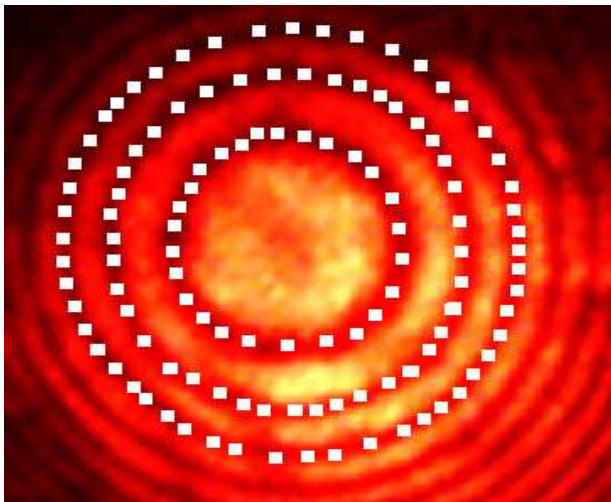
Si se demuestra la longitud de onda al atravesar el aceite es de

$$\lambda_2 = 460,46 \times 10^{-9} \text{mts}$$

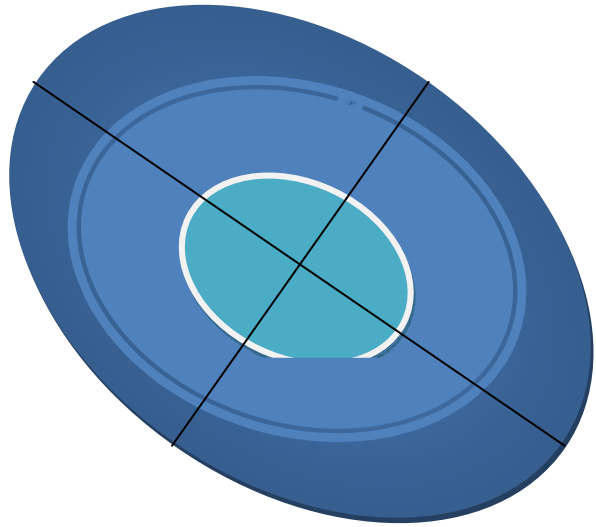
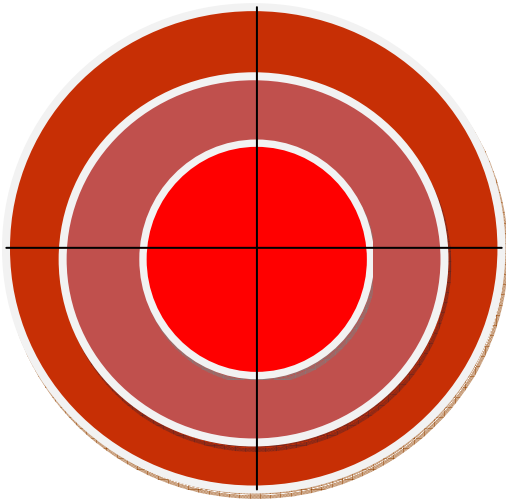


Comparaciones de Los Patrones De Interferencia Obtenidos

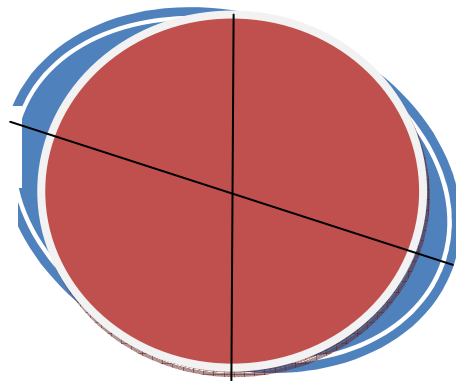
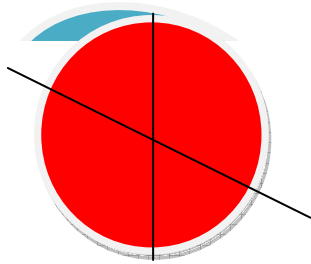
Podemos Observar las Diferencias de patrones de interferencias



Modelando los Patrones a Figuras geométricas según lo Observado



Al Cohesionar Las Figura



Conclusiones

En el campo de la física, la física experimental, es la categoría de las disciplinas y subdisciplinas relacionadas con la observación física de los fenómenos a fin de recopilar datos sobre el universo. Los métodos varían de una disciplina a otra, a partir de sencillos experimentos y observaciones

La relevancia del presente proyecto fundamentado en la importancia de la experimentación como medio para la producción de información y mayor aun para la solución de problemas, acompañado del proceso educativo adecuado que guíe y oriente esta producción .” Se hace necesario destacar el papel de la educación en el proceso de la enseñanza de las Ciencias en especial el de la Física siendo esta una disciplina con un proceso de explicación lógica que explica la mayoría de los fenómenos observables en la naturaleza; todo ello por medio de las actividades en laboratorio”. Al respecto **Hodson (1994)**

Conclusión Experimental

El interferómetro de Michelson consiste básicamente en una fuente láser divergente, la cual, al encontrarse un divisor de haz, es separada en dos frentes de onda idénticos, propagándose en direcciones perpendiculares. Estos haces se reflejan en sendos espejos planos, volviéndose a recombinar tras el divisor de haz. Si los espejos estuviesen situados a la misma distancia del divisor de haz, entonces, despreciando las diferencias debidas al espesor del espejo, los haces se recombinarían en fase, y no se obtendría ningún patrón de interferencia.

Como existe una diferencia de camino óptico se observo los patrones de interferencias en forma circular, con sus máximos y mínimos, se demostró el índice de refracción del aire

Al demostrar el índice de refracción del aceite de recino se observo una variación en el patrón circular, se convirtió en un patrón algo alargado como elíptico, las franjas de interferencia disminuyeron en comparación a la primera actividad, se observo mas interferencia destructiva, ya los anillos no se observaron nítidamente.

El experimento tiene aspectos de aberraciones experimentales, como la vibración de los instrumentos, la calibración del laser con los espejos, el control y uso del tornillo micrométrico, que aunque es muy preciso tiene su margen de error al ser manejado con la mano.

Observaciones y Recomendaciones

- Para la realización de las medidas, los patrones no deben ser perfectamente simétricos, pero los máximos y mínimos deben ser claramente visibles y estables.
- Es muy fácil perder el punto de referencia cuando se miden los anillos, si utiliza un Pedazo de papel u otro elemento milimetrado es más fácil mantener el mismo punto De Referencia.
- Siempre avance el tornillo una vuelta completa antes de empezar a contar y siempre Realice el conteo en la misma dirección de tornillo, esto evita la marcha muerta.
- Realice varias mediciones y promédielas para mejor precisión
- Aunque se fotografió el fenómeno observado en las dos actividades para establecer una diferencia en los patrones, debido a que se utilizaron dos cámaras con diferentes resoluciones la fotografía no se observo perfectamente. Debido al haz de luz rojo, la oscuridad, el flaz de la cámara entre otras.

Bibliografía

www.galileoandstein.physics.virginia.edu/lectures/MichelsonMorley_Sp.htm

www.wikipedia.org/wiki/%C3%93ptica

www.wikipedia.org/wiki/Experimento_de_Michelson_y_Morley

www.3bscientific.es/medialibrary/experiments/es/UE403045_S.pdf

Física parte II. Resnick Halliday (1966), compañía editorial continental

<http://www.youtube.com/watch?v=87pPoGuLSuw&feature=related> Interferómetro de Michelson y Ruta Variaciones

Jenkins Whitte, Fundamentals Of optics fourth edition (1965)

Otras Fotos

