

# Observación y Funcionamiento del interferometro de Michelson

*M. Bandera*

Universidad del Atlántico

20 de septiembre de 2022

---

## Resumen

*Por medio del procedimiento experimental, se obtuvo la longitud de onda de un laser He-Ne, que se hizo incidir en el interferometro de michelson-morley y se observó el patron de interferencia, formado por los hazes de el rayo refractado y el rayo reflejado. Tras obtener estos resultados los analizamos con el tratamiendo estadistico necesario.*

**Palabras claves:** longitud de onda, patron de interferencia, interferometro.

## Abstract

*By means of the experimental procedure, the wavelength of a He-Ne laser was obtained, which was made to affect the michelson-morley interferometer and the interference pattern was observed, formed by the beams of the refracted ray and the reflected beam. . After obtaining these results we analyse them with the necessary statistical treatment.*

## 1. Introducción

El interferómetro de Michelson surgió como una solución a un problema que planteaba la existencia de una sustancia o ente que llamaron "éter". El éter surgió de la necesidad de explicar un posible medio por el cual se propagan las ondas electromagnéticas que constituyen lo que conocemos como la luz. La idea del éter existió en los años de la formulación de la teoría de campo electromagnético, y era considerada por científicos como James Clerk Maxwell, Lord Kelvin y Nikola Tesla. En 1879 el físico Escocés James Clerk Maxwell escribió a D.P. Todd de la U.S. Nautical Almanac Office en Washington, preguntando sobre

la posible forma de medir la velocidad del sistema solar al moverse por el éter, usando los eclipses de las lunas de Júpiter, este fue uno de los inicios sobre la idea de medir como es afectado el movimiento de las cosas al desplazarse en la presencia del éter. Tiempo después Maxwell afirmó que el efecto del éter al movimiento de las cosas era casi imperceptible y no podría medirse, esta afirmación despertó el interés de un joven llamado Albert Abraham Michelson. En el año 1878 Michelson daría lugar al conocido interferómetro de Michelson, el cual midió el patrón de interferencia producido con distintas posiciones, para ver un posible cambio en dicho patrón, esto no dio buenos resultados para la existencia

del éter, y en el año 1878 Michelson motivado por Lord Rayleigh, colaboraría con el químico y físico Edward Williams Morley para crear un nuevo interferómetro que fue llamado "interferómetro de Michelson-Morley". El nuevo interferómetro con una precisión mucho mayor a la inicial, continuó arrojando resultados que no apoyaron la existencia del éter, estas prácticas continuaron varios años y los resultados cada vez más precisos apoyaban la idea de no existencia del éter. Por medio de esta práctica se busca observar el patrón de interferencia a través del interferómetro de Michelson y el determinar la longitud de onda de la luz emitida por un láser.

## **2. Discusión Teórica**

### **2.1. Interferencia**

Cuando dos o más ondas se superponen, el desplazamiento resultante en cualquier punto y en cualquier instante se encuentra sumando los desplazamientos instantáneos que producirían en el punto las ondas individuales si cada una se presentara sola.

La combinación de ondas separadas en la misma región de espacio para producir una onda resultante se llama interferencia.

### **2.2. Patrón de interferencia**

Es el fenómeno en el que dos ondas o mas se superponen para formar una onda resultante de mayor o menor amplitud esta superposición de ondas puede ser constructiva o destructiva, una serie de este fenómeno da como resultado al llamado patrón de interferencia.

### **2.3. Anillos de Newton**

El fenómeno de los anillos de Newton, llamado así por Isaac Newton, es un patrón de interferencia causado por la reflexión de

la luz entre dos superficies, una curva y la otra plana.

Con una luz monocromática el patrón se observa como una serie de anillos concéntricos que alternan entre brillantes y oscuros, estos anillos tienen su centro en el punto de contacto entre las dos superficies. Cuando se coloca la luz blanca se forma un patrón de anillos concéntricos con los colores del arcoíris. Esto, porque los rayos de distinta longitud de onda que componen la luz blanca hacen interferencia en grosores distintos del aire entre el lente y la superficie plana. Los anillos blancos son formados por interferencia constructiva entre las luces reflejadas de ambas superficies, mientras que los anillos negros son causados por interferencia destructiva.

### **2.4. Interferómetro**

El interferómetro es un instrumento óptico que emplea la interferencia de las ondas de luz para medir con gran precisión longitudes de onda de la misma luz.

Hay muchos tipos de interferómetros, en todos ellos se utilizan dos haces de luz que recorren dos trayectorias ópticas distintas, determinadas por un sistema generalmente de espejos y prismas que, finalmente, convergen para formar un patrón de interferencia.

### **2.5. Interferómetro de Michelson**

Este experimento fue diseñado para demostrar la existencia del eter en 1887 por Albert Michelson y Edward Morley sin embargo el resultado fue completamente lo opuesto y actualmente se considera como la primera prueba contra el eter. El interferómetro de Michelson produce franjas de interferencia mediante la división de un rayo de luz, de modo que un rayo golpea

un espejo fijo y el otro un espejo móvil. Cuando los haces reflejados son llevados de vuelta juntos hacia el detector, se produce un patrón de interferencia. El movimiento del espejo es realizado a través de un tornillo micrométrico, el cual por medio de una barra mueve el espejo, hacia adelante y hacia atrás. Existe una relación entre el movimiento del espejo y el movimiento del tornillo micrométrico. Si designamos a  $d_m$  como el corrimiento del tornillo micrométrico, y a  $d_e$  como el corrimiento del espejo, entonces la relación:

$$\frac{d_e}{d_m} = f \quad (1)$$

Donde  $f$  es el factor de escala del interferómetro

En la pantalla o el punto de observación donde tengamos nuestro patrón de interferencia, al girar el tornillo veremos el paso de  $N$  franjas de interferencia. De tal manera que se debe cumplir la relación:

$$2d_e = N\lambda \quad (2)$$

Donde  $\lambda$  es la longitud de onda del haz de luz incidente.

## 2.6. Mediciones y errores

Toda medida presenta un error, tomando el error porcentual de la forma:

$$E_{\%s} = \frac{v_r - v_s}{v_r} \times 100\% \quad (3)$$

Siendo  $v_r$  la medida real y  $v_s$  el valor observado obtenido a través de la técnica de mínimos cuadrados, realizada a los datos observados a través de:

$$m = \frac{n \sum_i^n (x_i y_i) - \sum_i^n x_i \sum_i^n y_i}{n \sum_i^n (x_i)^2 - [\sum_i^n (x_i)]^2} \quad (4)$$

$$b = \frac{\sum_i^n (x_i)^2 \sum_i^n (y_i) - \sum_i^n x_i \sum_i^n (x_i y_i)}{n \sum_i^n (x_i)^2 - [\sum_i^n (x_i)]^2} \quad (5)$$

Siendo  $m$  es la pendiente y  $b$  es el intercepto de la recta de la forma  $y = mx + b$ .

## 3. Método experimental

Para la práctica se utilizó un láser de He-Ne, accesorios del interferómetro (lentes) y el interferómetro de Michelson. Primero se ubicó el láser frente al interferómetro de tal forma que el espejo de 50 mm formara un ángulo de 45 grados con respecto al laser, donde el haz de luz incide sobre dicho espejo, haciendo que el rayo de luz se dividiera; el rayo reflejado incide en el espejo fijo mientras que el rayo refractado incide en el espejo móvil, donde ambos rayos de luz vuelven al espejo de 50 mm, haciéndolos incidir en una pantalla. Al superponerse los rayos de luz, estos generan en la pantalla los anillos de Newton, se midió el corrimiento del tornillo micrométrico  $d_m$  para un paso de 50, 100 y 150 líneas de newton  $N$ .

El espejo fijo posee dos tornillos en la parte posterior con los cuales se pudo controlar la inclinación del él mismo. Y el espejo móvil está sujeto a un tornillo micrométrico con el cual se le causaba un desplazamiento lineal al espejo. El desplazamiento lineal de este fue para lograr el desplazamiento de los mínimos presentes en la interferencia de los dos haces que llegaban a la pantalla e ir contando las líneas líneas de interferencia visiblen en la misma. Se ubicó un lente convergente en la salida de los dos rayos de luz, para que convergieran en la pantalla.

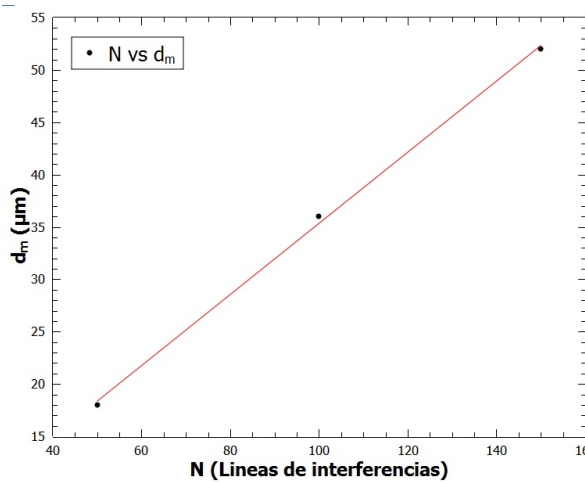
## 4. Análisis de Resultados

Mediante el procedimiento experimental se determinaron los siguientes datos:

N	$d_m(\mu m)$
50	18
100	36
150	52

Tabla 1: Datos experimentales N y  $d_m$

Se puede apreciar la relación que hay entre el corrimiento del tornillo micrométrico  $d_m$  y el paso  $N$  de anillos de interferencias; donde a medida que roteamos el tornillo micrométrico más nos alejaremos del centro del patrón de interferencias.



**Grafica 1:** Relación entre el corrimiento del tornillo micrométrico  $d_m$  con las líneas de interferencias N

Por medio de las ecuaciones 4 y 5 se obtiene la ecuación de la recta.

$$y = 0,34x + 1,333$$

A partir de la pendiente se puede obtener la longitud de onda del laser.

$$\lambda = 680,0 \quad [nm]$$

Utilizando la ecuación 3 y el valor nominal de la longitud de onda del laser ( $632,8nm$ ), se tiene un error de:

$$E_{\% \lambda} = 7,45 \%$$

A través del procedimiento experimental se pudo obtener un valor de la longitud de onda del laser aproximado a su valor nominal. Siendo esto un buen método para el cálculo de las longitudes de ondas de una onda viajera.

## 5. Conclusión

Mediante el análisis realizado utilizando el interferómetro Michelson, se pudo observar el patrón de interferencia producido por los rayos reflejados y refractados del laser al ser divididos por el espejo de 50 mm, y se obtuvo la longitud de onda de dicho laser, obteniendo un resultado aproximado al valor nominal. Además se pudo observar que el experimento realizado por Michelson para la comprobación de la existencia del éter era acertado, y no había error. Si ubicáramos nuestro montaje del experimento en otro sentido al que se realizó, el valor de la longitud de onda del laser debería ser la misma que la medida anteriormente.

## 6. Referencias

1. Física Universitaria con física moderna Vol.2. Decimosegunda edición, Raymond YOUNG FREEDMAN, SEARS ZEMANSKY.
2. Óptica. Tercera edición, Eugene HECHT. ADDISON WESLEY.
3. Física para Ciencias e Ingeniería Tomo 2. Séptima edición, Raymond A. Serway. MCGRAW-HILL.
4. E. E. Coral. Guía para análisis de experimentos. Uniatlántico, versión corregida 2014.
5. Wikisource, Article Motion of solar system through the Luminiferous Ether.

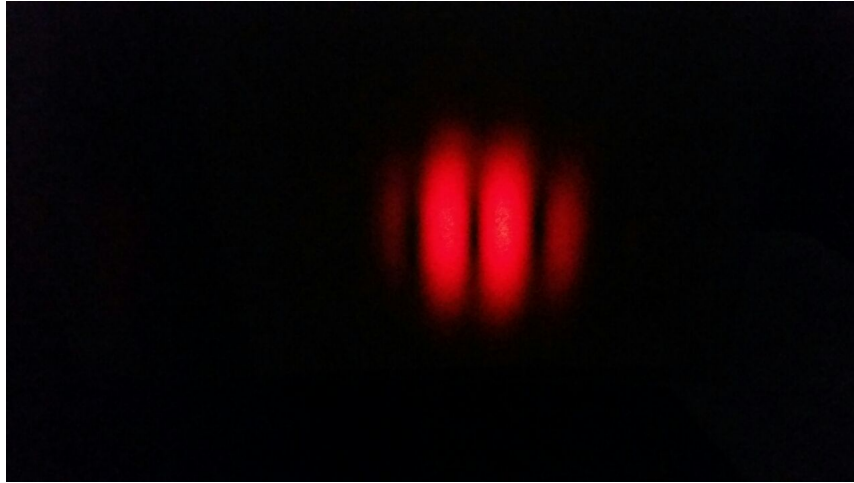
## 7. Anexos



1. Interferómetro de Michelson



2. Montaje del experimento



3.  
Lineas de interferencias



4.  
Rayos reflejados y refractados

$dm_1(u_n)$	$dm_2(u_n)$	$dm_3(u_n)$	N
17	18	18	50
36	36	36	100
51	52	52	150

Alexandra Guzmán  
 Juan Gallardo  
 Juan Rúa  
 Mauricio Banderet.

5.  
Datos obtenidos experimentalmente