

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



SUPERPOSICION DE ONDAS. EXPERIMENTO DE YOUNG ⁽¹⁰⁾

Guías de Prácticas de Laboratorio	Identificación: (1) GL-PS-F-1	
	Número de Páginas: (2) 9	Revisión No.: (3) 0
	Fecha Emisión: (4) 2011/08/31	
Laboratorio de: (5) FÍSICA OPTICA Y ACUSTICA		
Título de la Práctica de Laboratorio: (6) SUPERPOSICION DE ONDAS. EXPERIMENTO DE YOUNG		

Elaborado por: (7) JAIRO BAUTISTA MESA.	Revisado por: (8) Sandra Magaly Medina Araujo	Aprobado por: (9) Comité Departamento de Física
---	--	--

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



SUPERPOSICION DE ONDAS. EXPERIMENTO DE YOUNG ⁽¹⁰⁾

Control de Cambios

Razones del Cambio	Cambio a la Revisión #	Fecha de emisión
Guía de práctica de laboratorio inicial	0	30/11/17



SUPERPOSICION DE ONDAS. EXPERIMENTO DE YOUNG ⁽¹⁰⁾

1. **FACULTAD O UNIDAD ACADÉMICA:** (11) Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas. Departamento de Física
2. **PROGRAMA:** (12) Ingeniería en Multimedia.
3. **ASIGNATURA:** (13) Laboratorio de Física Óptica y Acústica.
4. **SEMESTRE:** (14) Cuarto.
5. **OBJETIVOS:** (15)
 - Emplear la doble rendija como instrumento de medición de alta resolución.
 - Calcular el ancho de la doble rendija.
6. **COMPETENCIAS A DESARROLLAR:** (16)
 - Iniciar el trabajo en metrología dimensional de alta resolución.
 - Reconocer el modelo de onda para la luz.
7. **MARCO TEORICO:** (17)

Experimento de Young (doble rendija). También conocido como experimento de la doble rendija, permitió por primera vez comprobar el modelo de onda de la luz, es decir, que la luz es una onda electromagnética sinusoidal. Por interferencia, se explicó que la aparición de máximos y mínimos es el resultado de sumar ondas seno con diferencias de recorrido, que explican la interferencia constructiva y destructiva.

En el experimento de Young, figura 1, se usa luz monocromática que se hace incidir sobre una pantalla opaca con dos rendijas muy angostas separadas una distancia d . A una distancia D , se coloca una pantalla traslúcida (blanca) donde se observa un conjunto de franjas brillantes y oscuras alternadas.

¿Porque se obtiene una franja brillante? Considérese, por ejemplo, la franja que aparece en la zona central, en el eje óptico. Los rayos que salen de las rendijas 1 y 2 tienen cada uno recorridos r_1 y r_2 que son iguales. Entonces la diferencia de recorrido es:

$$\Delta r = |r_2 - r_1| = 0 \quad (1)$$

Gráficamente, la explicación está en la figura 2. La primera franja oscura (ausencia de luz), se obtiene porque la diferencia de recorridos de los rayos r_1 y r_2 , es media longitud de onda, explicado por la figura 10.2.

$$\Delta r = |r_2 - r_1| = \frac{\lambda}{2}. \quad (2)$$



SUPERPOSICION DE ONDAS. EXPERIMENTO DE YOUNG ⁽¹⁰⁾

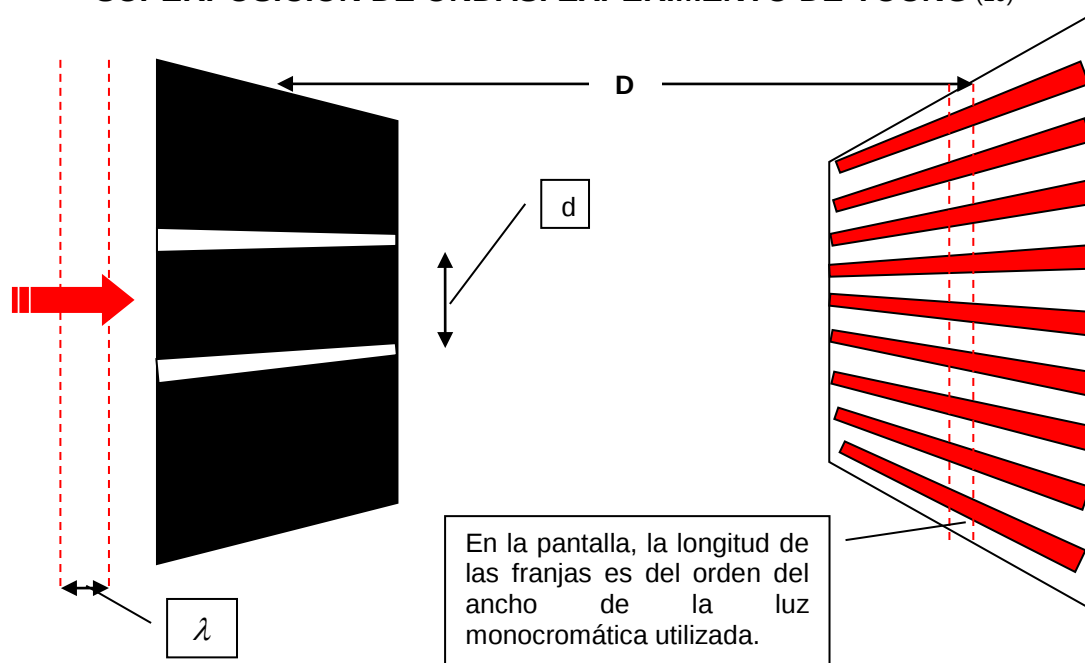


Figura 1. Experimento de Young de la doble rendija.

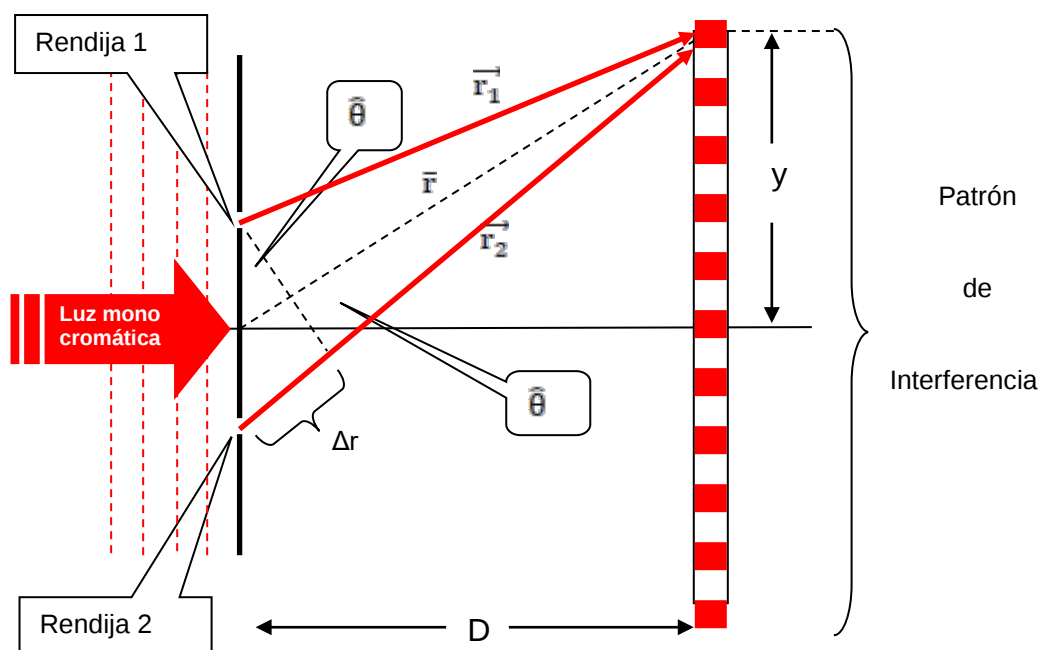


Figura 2. Experimento de Young. Patrón de Interferencia.



SUPERPOSICION DE ONDAS. EXPERIMENTO DE YOUNG ⁽¹⁰⁾

Pasos sucesivos para franjas brillantes y franjas oscuras, método inductivo, se deduce expresiones para máximos y mínimos.

Se obtienen máximos si la diferencia de recorrido entre los dos rayos es un número entero de longitudes de onda y la ecuación que da los diferentes órdenes para interferencia constructiva es:

$$\Delta r = |r_2 - r_1| = m \lambda. \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

Y se obtienen mínimos, interferencia destructiva, cuando la diferencia de recorridos sea un número impar de medias longitudes de onda.

$$\Delta r = |r_2 - r_1| = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}. \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (4)$$

La distribución de máximos y mínimos en el patrón de interferencia se ilustra en la figura 3.

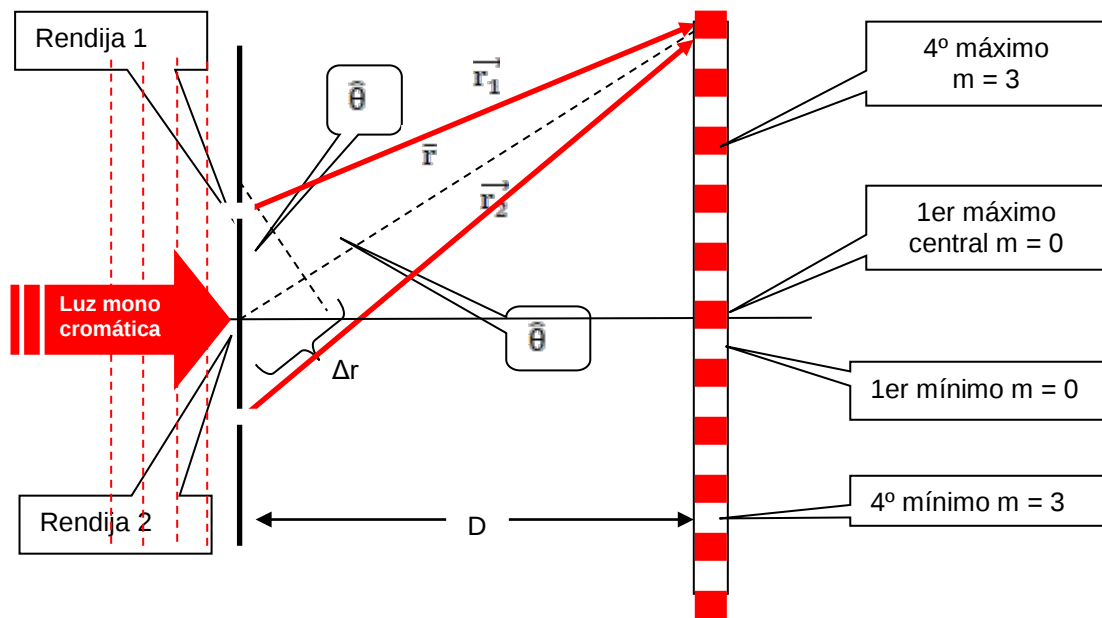


Figura 3. Distribución de máximos y mínimos.

Los resultados 3 y 4, son válidos bajo la aproximación de Gauss, es decir para ángulos pequeños.

$$\text{sen } \theta = \text{tg } \theta$$

$$\Delta r/d = y/D$$

De donde $\Delta r = yd/D$ (5)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



SUPERPOSICION DE ONDAS. EXPERIMENTO DE YOUNG ⁽¹⁰⁾

Este Δr se iguala con las condiciones de máximos o mínimos según la tabla 1, donde d es la separación entre rendijas.

Tabla 1. Condiciones para máximos y mínimos, experimento de Young, bajo la aproximación de Gauss.

$\Delta r =$	$m \lambda$	Máximos
	$(2m + 1) \frac{\lambda}{2}$	Mínimos

8. MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS, SOFTWARE, HARDWARE O EQUIPOS: ⁽¹⁸⁾

- Laser He-Ne.
- Cinta métrica.
- Medio de registro (cámara fotográfica digital).

9. PRECAUCIONES CON LOS MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZAR: ⁽¹⁹⁾

Por ningún motivo, se debe mirar en forma directa la luz emitida por los láseres.

10. CAMPO DE APLICACIÓN: ⁽²⁰⁾

La doble rendija permitió adoptar el modelo de onda sinusoidal para la luz. Y también fue el primer elemento de la óptica difractiva en la metrología de alta resolución.

11. PROCEDIMIENTO, METODO O ACTIVIDADES: ⁽²¹⁾

Se hace el montaje de la figura 3, y se procede a hacer las medidas de las posiciones de los máximos que sean visibles. Se elabora la tabla 2 y de allí, promediando, se calcula la separación d de la doble rendija.

Tabla 2. Doble rendija.

$\lambda = 632,8 \text{ nm}$				$D = 1 \text{ m}$		
m	1	2	3	4	5	6
y(mm)						
Cálculo de d						

Para calcular d, se usa la ecuación 5 y la tabla 1.

Si se visualizan más órdenes, se toman los datos para $m = 6, 7, \dots$

El uso no autorizado de su contenido así como reproducción total o parcial por cualquier persona o entidad, estará en contra de los derechos de autor



SUPERPOSICION DE ONDAS. EXPERIMENTO DE YOUNG ⁽¹⁰⁾

Por cada doble rendija, o cada D, se elaboran las tabla necesarias (Tabla 2) por el estilo de la tabla 1.

12. RESULTADOS ESPERADOS: (22)

Trabajo independiente.

Las condiciones para interferencia constructiva e interferencia destructiva, se pueden deducir de la superposición de ondas. En el punto P, se suman las ondas que viajan desde las rendijas 1 y 2. Esa superposición se plantea así:

$$\Psi_1 + \Psi_2 = \Psi_T \quad \Psi_T = A \sin(k r_1 - wt) + A \sin(k r_2 - wt) \quad (6)$$

Entonces en la superposición se obtiene como resultado:

$$\Psi_T = \Lambda \sin(k \bar{r} - wt) \quad (7)$$

Donde la amplitud de esta onda queda dada por la expresión:

$$\Lambda = 2 \cos\left(\frac{k}{2} \Delta r\right) \quad (8)$$

Se obtienen máximos (interferencia constructiva) si los valores de la ecuación 8, son +2 y -2. Para que Λ adquiera los anteriores valores es porque la función coseno debe adquirir los valores +1 y -1. Aplicando esa condición de la figura 4, se obtiene:

$$k \frac{\Delta r}{2} = 0, \pi, 2\pi, 3\pi, \dots, m\pi$$

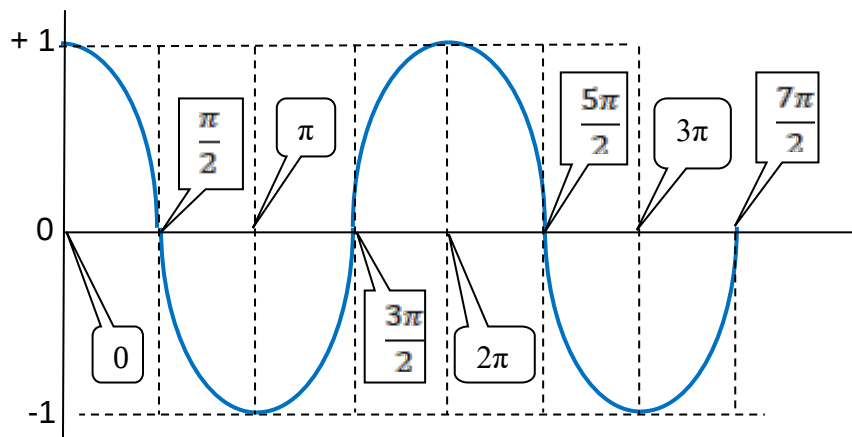


Figura 4. Los valores de coseno θ .

Reemplazando el número de ondas k , y despejando la diferencia de recorridos, se obtiene:



SUPERPOSICION DE ONDAS. EXPERIMENTO DE YOUNG ⁽¹⁰⁾

$$\frac{2\pi}{\lambda} \frac{\Delta r}{2} = m\pi \quad (9)$$

Indicando que la diferencia de recorrido es:

$$\Delta r = m\lambda \quad (10)$$

Se obtienen mínimos (interferencia constructiva) si los valores de la ecuación 7, son 0. Para que λ adquiera los anteriores valores es porque la función coseno debe adquirir el valor 0. Aplicando esa condición de la figura 4, se obtiene:

$$k \frac{\Delta r}{2} = \frac{\pi}{2}; 3\frac{\pi}{2}; 5\frac{\pi}{2}; \dots (2n+1)\frac{\pi}{2}$$

Donde nuevamente $m = 0, 1, 2, \dots$

Reemplazando el número de ondas, se obtiene:

$$\frac{2\pi}{\lambda} \frac{\Delta r}{2} = (2m+1)\frac{\pi}{2}$$

Entonces la diferencia de recorridos de los rayos es:

$$\Delta r = (2m+1)\frac{\lambda}{2} \quad \text{donde } m = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (11)$$

Según las construcciones geométricas de la figura 3, se obtiene:

$$\frac{\Delta r}{d} = \frac{y}{D} \quad \text{y} \quad \Delta r = \frac{yd}{D}$$

Según este resultado, se puede determinar la diferencia de recorridos, para máximos y mínimos según la tabla 1.

13. CRITERIO DE EVALUACIÓN A LA PRESENTE PRÁCTICA ⁽²³⁾

30%	Presentación escrita del marco teórico de la práctica a desarrollar que incluye: portada, objetivos, desarrollo del marco teórico, procedimiento, bibliografía y web grafía; y/o cuis.
70%	Presentación escrita del informe de la práctica totalmente desarrollada, con adecuada ortografía y redacción que incluye: toma de datos, representación gráfica de los datos (tablas, graficas), análisis e interpretación de los datos y conclusiones.

Nota: Cada práctica se evaluará en la escala de calificación de cero a cinco y la no asistencia del estudiante a la práctica implicará una nota de cero. El estudiante tiene derecho a realizar una práctica de reposición por cada corte, en el horario establecido por el Departamento de Física.

La nota del corte del laboratorio corresponde al promedio de las notas de las prácticas que incluye la nota de la evaluación final en cada corte.



SUPERPOSICION DE ONDAS. EXPERIMENTO DE YOUNG ⁽¹⁰⁾

14. BIBLIOGRAFIA: (24)

- SERWAY Raymond, Jewett John. Física para ciencias e ingeniería. Volumen 1. Thomson editores, sexta edición. 2005.
- SEARS, Zemansky, Young. Física universitaria, Volumen 1. Pearson, Addison Wesley. Undécima edición. 2004.
- OHARIAN, H. MARKERT, J. Física para Ciencias e Ingeniería- Tercera edición. Volúmen 1. México.2009.
- SEARS, F. ZEMANSKY, M. Física Universitaria. Vol.2. Undécima edición. Pearson Addison Wesley. México. 2005.
- www.astrocosmo.cl
- www.dliengineering.com
- www.spitzer.caltech.edu