

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



DIFRACCIÓN POR ABERTURA (FRAUNHOFFER) (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		
Titulo de la Práctica de Laboratorio: (6) DIFRACCIÓN POR ABERTURA (FRAUNHOFFER)		

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

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



DIFRACCIÓN POR ABERTURA (FRAUNHOFFER) ⁽¹⁰⁾

Control de Cambios

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



DIFRACCIÓN POR ABERTURA (FRAUNHOFFER) ⁽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)
 - Estudiar y analizar los patrones de difracción producidos por obstáculos y aberturas de distintos tamaños y formas.
 - Comprobar el principio de Babinet.
6. **COMPETENCIAS A DESARROLLAR:** (16)
 - Iniciar el trabajo en metrología dimensional de alta resolución.
 - Reconocer el modelo de onda para la luz.
 - Emplear la difracción de Fraunhofer, para hallar el patrón de difracción de obstáculos individuales.
 - Entender que la difracción de Fraunhofer, de obstáculos individuales, no guarda relación alguna con la forma del objeto difractante.
7. **MARCO TEORICO:** (17)

Difracción es desviación de rayo sin que haya cambio de medio, ocasionada por objetos del orden de la longitud de onda de la onda incidente. Según el frente de onda que se utilice, se obtiene la clase de difracción. Si el frente de onda es plano, se obtiene difracción de Fraunhofer. Si el frente de onda es esférico, la difracción es de Fresnell.

Además de la diferencia de las ecuaciones que se deben emplear para cada clase de difracción, los patrones de interferencia debido a la difracción se distinguen en que en Fresnell el patrón mantiene la misma forma del objeto difractor. No sucede lo mismo en la de Fraunhofer. Por simplicidad en el formalismo matemático y de los montajes experimentales, se considera solamente la difracción de Fraunhofer y se adoptará el principio de Babinet.

Principio de Babinet: "El patrón de difracción de una abertura, es igual al patrón de difracción de un objeto de las mismas dimensiones". Es decir, el patrón de difracción de una rendija de ancho a , es igual al patrón de difracción de un hilo de grueso a .

- **Difracción por un objeto.** Sobre una pantalla opaca, se puede realizar una abertura. Puede ser una abertura lineal de ancho d , que para este caso se considerará que es una rendija de ancho d . Puede ser una abertura (hueco) cilíndrica y se llamará, abertura (orificio) circular.

Para el caso de la rendija de ancho d ubicada sobre la pantalla opaca, la luz monocromática incidente se difracta en la rendija y produce el patrón en la pantalla traslúcida. Figura 11.1. El patrón consiste en una franja brillante central ancha y al lado y lado de ella, franjas oscuras y brillantes alternadas cada vez más delgadas.

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



DIFRACCIÓN POR ABERTURA (FRAUNHOFFER) (10)

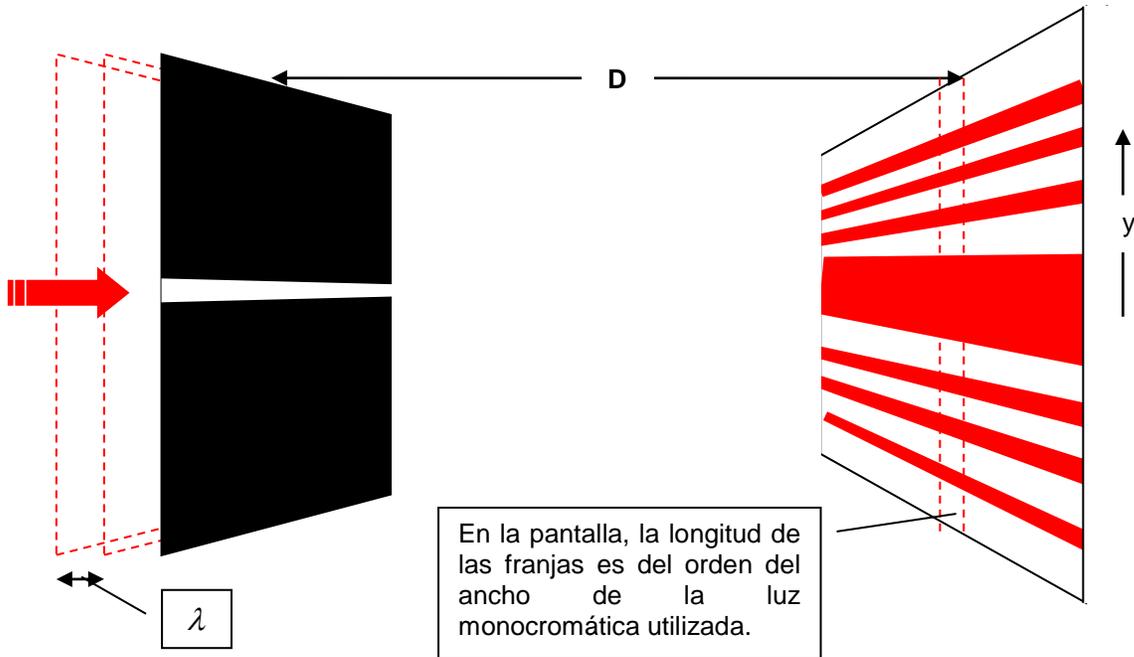


Figura 1. Difracción por una rendija.

Sin tener en cuenta la franja brillante central, se obtienen mínimos con la condición:

$$d \operatorname{sen} \theta = m \lambda \quad m = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

La condición para obtener máximos es:

$$d \operatorname{sen} \theta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} \quad m = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

Las ecuaciones 1 y 2, son válidas a partir del primer mínimo y primer máximo. No son válidas para el máximo central. El patrón de difracción de una abertura circular, consta de una zona circular central intensa y alrededor de ella, aros finos oscuros y brillantes alternados.

Teniendo en cuenta que el diámetro de la abertura es ϕ , la condición para obtener la primera zona oscura (donde termina la zona brillante central) está dada por la relación:

$$\operatorname{sen} \theta = 1,22 \frac{\lambda}{\phi} \quad (3)$$

Para el anillo donde se presenta el primer mínimo.

$$\operatorname{sen} \theta = 2,44 \frac{\lambda}{\phi} \quad (4)$$

Para el anillo donde se presenta el segundo mínimo.

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



DIFRACCIÓN POR ABERTURA (FRAUNHOFFER) (10)

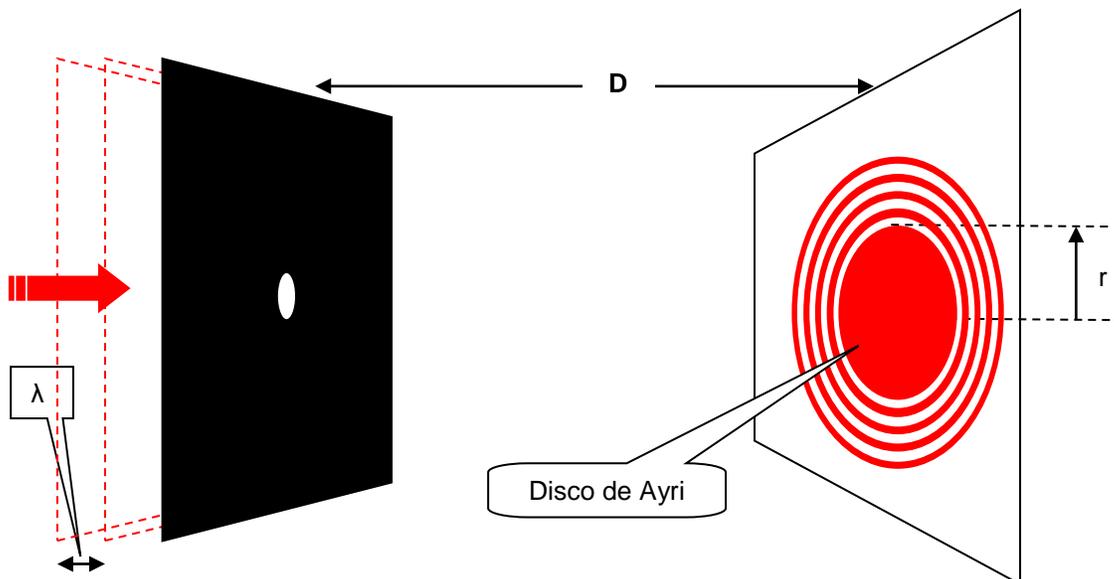


Figura 2. Difracción por abertura circular.

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

- Laser He-Ne.
- Cinta métrica.
- Medio de registro (cámara fotográfica digital).
- Rendijas
- Hilo (o cabello)
- Aberturas circulares

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. Los elementos difractares son elementos muy delicados. Tómela sólo por los lados. Por ningún motivo los toque directamente. Cada mesa es responsable del equipo. Cualquier daño será pagado por los integrantes de ésta.

10. CAMPO DE APLICACIÓN: (20)

Interferometría óptica.



DIFRACCIÓN POR ABERTURA (FRAUNHOFFER) ⁽¹⁰⁾

11. PROCEDIMIENTO, METODO O ACTIVIDADES: (21)

Para esta práctica de difracción de Fraunhofer, se utilizará el principio de Babinet y el montaje de la Figura 3.

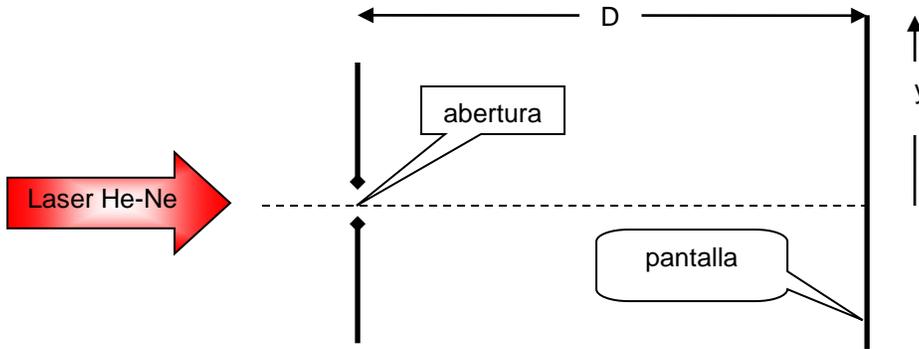


Figura 3. Montaje experimental. Difracción por abertura.

a) Difracción por rendija. Se utilizarán rendijas de diferente ancho. Según la ecuación 1, y utilizando la longitud de onda del láser He-Ne 632,8 nm. Para ello se miden las posiciones de los órdenes 1, 2, 3, 4 . Tabla 1.

Tabla 1. Difracción por rendija.

λ ($6,328 \times 10^{-7}$ m)	Máximo $m = 1$		Máximo $m = 2$		Máximo $m = 3$		Máximo $m = 4$	
	D(mm)	Y(mm)	D(mm)	Y(mm)	D(mm)	Y(mm)	D(mm)	Y(mm)
Rendija 1								
Rendija 2								
Rendija 3								

b) Difracción por hilo. Se emplean hilos (alambres) de diferente calibre. Se usará también un cabello negro de un donante voluntario del curso. Tabla 2.

Tabla 2. Difracción por alambre.

λ ($6,328 \times 10^{-7}$ m)	Máximo $m = 1$		Máximo $m = 2$		Máximo $m = 3$		Máximo $m = 4$	
	D(mm)	Y(mm)	D(mm)	Y(mm)	D(mm)	Y(mm)	D(mm)	Y(mm)
alambre 1								
alambre 2								
alambre 3								
cabello								



DIFRACCIÓN POR ABERTURA (FRAUNHOFFER) ⁽¹⁰⁾

c) Difracción por abertura circular. En el ojo humano, la entrada de luz por rayos permite la formación de imagen de un objeto en la retina, según la óptica geométrica.

Según la óptica física, la entrada de luz se hace por difracción a través del iris, produciendo en la retina un patrón de interferencia. Figura 4. La distribución de energía, para el patrón de difracción, es aproximadamente como aparece en la figura.

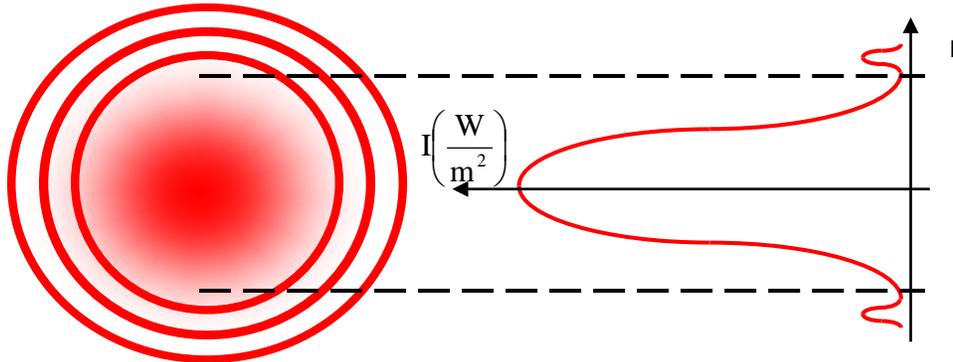


Figura 4. Intensidad del patrón de difracción por abertura circular.

Tabla 3. Difracción por abertura circular.

λ ($6,328 \times 10^{-7}$ m)	Máximo $m = 1$		Máximo $m = 2$	
	D(mm)	r(mm)	D(mm)	r(mm)
orificio 1				
orificio 2				
orificio 3				
orificio 4				

La difracción de la luz proveniente de un objeto lejano, a través de la abertura circular del ojo, produce en la retina un patrón en intensidad como el de la figura 5.

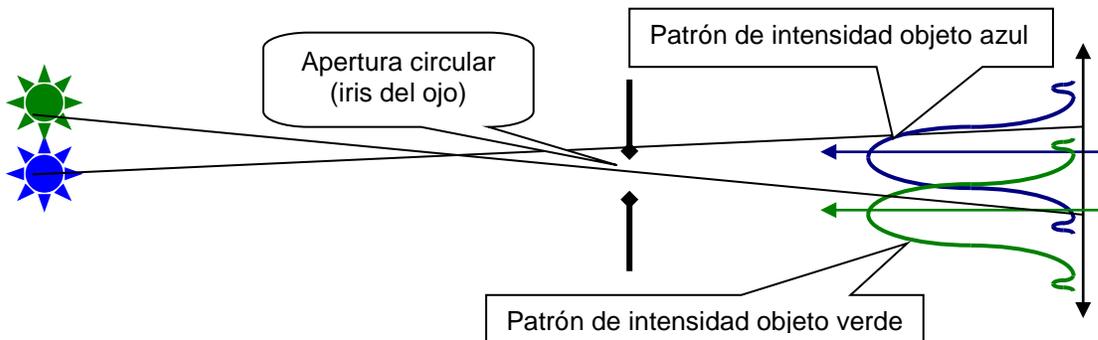


Figura 5. Criterio de Rayleigh. Poder de resolución.



DIFRACCIÓN POR ABERTURA (FRAUNHOFFER) ⁽¹⁰⁾

Dos objetos lejanos, producirán en la retina un patrón. Cuando el ojo pueda distinguir los dos objetos, es porque en la retina se pueden distinguir los dos patrones. Figura 5.

12. RESULTADOS ESPERADOS: (22)

Además de medir el ancho de las rendijas, el grosor de los alambres, el grosor del cabello y el diámetro de los orificios, se muestra que el principio de Babinet de cierto.

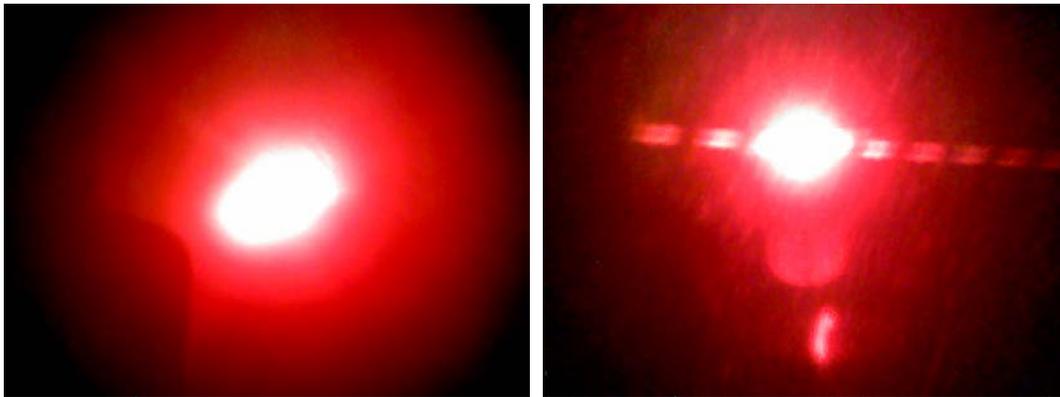
Se puede explicar, el porqué el centro de la franja ancha y brillante de las rendijas o alambres, o del disco central en el disco de Ayri, son brillantes y no oscuras.

Trabajo independiente.

Las ecuaciones 3 y 4, no son deducibles con argumentos matemáticos sencillos. Se pueden deducir por métodos numéricos. Averiguar la fórmula para el tercer y cuarto mínimos. Anillos oscuros. La ecuación 3, se considera para el primer mínimo, con el argumento que el máximo central termina donde empieza el primer mínimo y así sucesivamente.

El criterio de Rayleigh, sirve para indicar cuando el ojo puede distinguir dos objetos por separado: cuando el máximo del patrón de intensidad de un objeto, coincide con el mínimo del patrón de intensidad del otro. Este criterio, se conoce como poder de resolución.

Para la difracción por abertura, usando el celular como medidor de intensidad, hacer las medidas necesarias para tratar de obtener el patrón de intensidad, figura 4. Es muy difícil pero posible. ¿Cuáles serían las condiciones?





DIFRACCIÓN POR ABERTURA (FRAUNHOFFER) ⁽¹⁰⁾

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 gráfica; 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.

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. Volumen 1. México. 2009.
- www.astrocosmo.cl
- www.dliengineering.com
- www.spitzer.caltech.edu
- <http://www.cie.uva.es/optica/Practicas/segundo/OpticalI/fraunhofer/cfraunhofer.htm>
- http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/31/diagrama_de_difraccion_de_una_sola_rendija.htm
- http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/26/htm/sec_5.html