



# GRADO EN FÍSICA

## LABORATORIO DE FÍSICA III

CURSO 2015-2016

1<sup>er</sup> CUATRIMESTRE

### LABORATORIO DE ÓPTICA

#### PRÁCTICA: Biprisma de Fresnel

##### 1. Objetivos:

- Observación de interferencia en un interferómetro del tipo Young.
- Determinación de la longitud de onda de la luz de la línea D de una lámpara de sodio.

##### 2. Fundamentos físicos:

El biprisma de Fresnel está formado por dos prismas muy delgados unidos por una de sus bases como ilustra la Fig. 1. Para que funcione como interferómetro se coloca una rendija P iluminada cerca de la base por la que se unen los dos prismas.

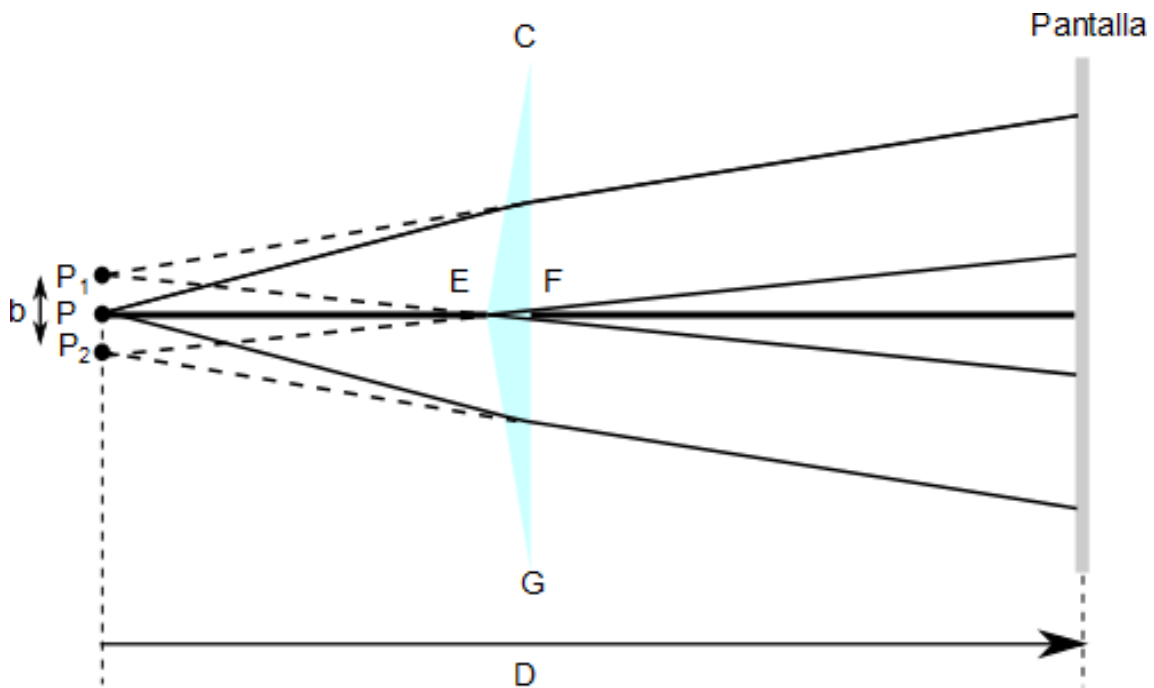


Figura 1. Esquema del montaje experimental.

Cada uno de los prismas genera una rendija virtual, P1 y P2, separadas entre sí cierta distancia  $b$ . La imagen de la derecha de la Fig. 2 ilustra cómo a través del biprisma se ve una doble imagen de la rendija. Saque el biprisma del banco óptico, mire a su alrededor a través de él y aprecie la doble formación de imagen.

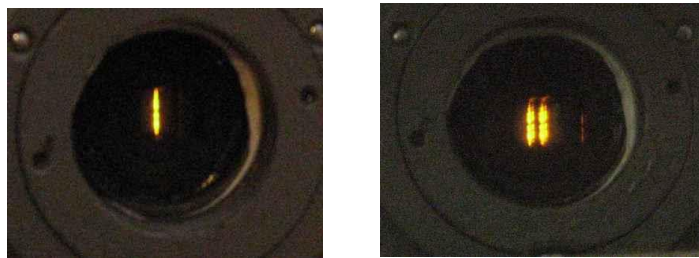


Figura 2. Imagen de la rendija (izquierda) y doble imagen de la rendija a través del biprisma (derecha.).

De P1 y P2 emergen dos ondas coherentes por venir de la misma fuente, que por tanto pueden interferir en un plano a distancia  $D$  de la rendija. Con esto tenemos una realización práctica de la interferencia de Young por lo que la forma que adopta la interferencia son bandas alternativamente brillantes y oscuras como se ilustran en la Fig. 3.

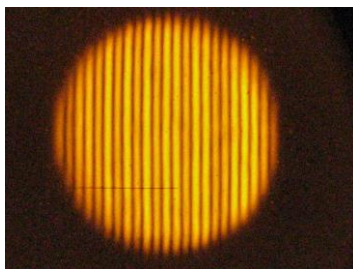


Figura 3. Interferencia de Young.

Por la teoría del interferómetro de Young sabemos que si  $D \gg b$  entonces la separación  $d$  entre franjas brillantes consecutivas es

$$d = \frac{\lambda}{b} D \quad (1)$$

Usaremos esta relación para determinar la longitud de onda de la luz de la línea D de una lámpara de sodio.

### 3. Método experimental:

La rendija P se ilumina con luz proveniente de una lámpara de sodio que proporciona luz lo suficientemente monocromática para poder observar interferencia.

Las franjas de interferencia se observan mirando a través de un ocular dotado de un tornillo micrométrico graduado. Al mirar por el ocular debe ver una línea vertical negra (retículo) que se desplaza al girar el tornillo micrométrico.

Para que las franjas se vean bien es importante que la rendija P esté bien alineada con la arista donde se unen los prismas, en la dirección perpendicular al plano de la mesa. Para alinear puede girar con la mano la rendija P con cuidado de no quemarse con la lámpara de sodio observando a la vez las franjas a través del ocular hasta que la visibilidad de las franjas sea óptima. También puede abrir y cerrar la rendija para maximizar la visibilidad de las franjas de interferencia.

Es importante que la rendija P, la arista del biprisma y el ocular estén alineados en la dirección del banco óptico. Para ello observe las franjas a través del ocular alejando y acercando el ocular al biprisma. Si las franjas se mueven mucho desplace lateralmente el biprisma, el ocular, la rendija o todos hasta que las franjas nunca desaparezcan de la visión a través del ocular cuando este se desplace.

Como va a hacer medidas mirando a través de un ocular es bueno que antes de medir reflexione sobre lo siguiente. ¿Qué plano es el que se observa a través del ocular? Tenga en cuenta que se trata de una lupa con la que observamos sin acomodar. En ese plano es donde se verá la imagen de las rendijas virtuales (en el apartado *Medida de la distancia b*) y la interferencia (en el apartado *Medida de la distancia d*). ¿Podría encontrar experimentalmente la posición de ese plano? ¿Puede hacer las medidas sin que sea necesario conocer la posición de ese plano? De otro modo las medidas que involucren la posición del plano estarán afectadas de un error sistemático. Si considera que ese error es despreciable deberá justificar su validez.

#### 4. Tareas a realizar

Usaremos la ecuación (1) para determinar la longitud de onda de la luz de la línea D de una lámpara de sodio midiendo las tres magnitudes de la ecuación.

##### a) Medida de la distancia $b$

Una posibilidad para medir la distancia que hay entre las dos rendijas virtuales P1 y P2 es colocando una lente convergente entre el biprisma y el ocular de modo que forme imagen real de P1 y P2, cuya separación puede medirse con el ocular. Recuerde la relación entre distancias frontales  $s$ ,  $s'$  y tamaños objeto e imagen  $y$ ,  $y'$  en una lente delgada  $y'/y = s'/s$  (aumento lateral). Si sigue este método debe justificar qué distancia objeto  $s$  ha elegido, ya que en principio no todas darán resultados igual de buenos.

Para la medida de  $s'$  necesita saber cuál es el plano donde se observa la imagen. ¿Si supiera la focal de la lente utilizada para formar imagen, podría evitar la medida de  $s'$ ?

¿Se le ocurre alguna otra forma de medir  $b$ ? Hágalo si le parece mejor que el propuesto y si no puede hacerlo, descríballo o consulte con su profesor de laboratorio.

##### b) Medida de la distancia $D$

Ésta es la distancia entre el plano que contiene a las rendijas virtuales y el plano en el que observamos la interferencia a través del ocular. Quizás pueda evitar la determinación de la posición concreta del plano donde observa la interferencia comparando medidas de  $d$  para varias posiciones del ocular.

##### c) Medida de la distancia $d$

Se puede medir con el retículo del ocular movido por el tornillo micrométrico. Antes de medir reflexione cómo se puede hacer la medida para tener el menor error relativo posible. Justifique las conclusiones obtenidas.

#### 5. Bibliografía:

- [1] R. S. Longhurst, [\*Geometrical and Physical Optics\*](#), (Longmans, 1968): § 7-4 p. 129 (biprisma); § 3-6 p. 49 (lupa); § 17-1 p. 386 (acomodación).
- [2] E. Hecht, [\*Óptica\*](#), (Addison Wesley, 2000): § 9.3 p. 398 (biprisma); § 5.2.3 p. 166 (aumento lateral); § 5.7-3 p. 215 (lupa-ocular); § 5.7.1 p. 210 (acomodación).
- [3] F. L. Pedrotti y L. S. Pedrotti, [\*Introduction to Optics\*](#), (Prentice Hall, 1987): § 13-3 p. 263 (biprisma); § 3-9 p. 55 (aumento lateral); § 6-4 p. 128 (ocular); § 9-3 p. 197 (acomodación).

# Plantilla

**El informe de la práctica debe contener única y exclusivamente las respuestas a lo pedido en esta plantilla. En esta práctica debe calcular las incertidumbres de los resultados.**

## Medida de la distancia $b$

- Especifique clara y brevemente cómo ha realizado la medida de  $b$ .
- Si ha elegido el método objeto imagen: ¿qué distancia objeto  $s$  ha elegido y por qué?
- Exponga los resultados de todas las medidas realizadas.
- Exprese claramente el resultado final y su incertidumbre justificando cómo ha llegado a ellos.
- ¿Se le ocurre alguna otra forma de medir  $b$ ?

## Medida de la distancia $D$

- ¿Qué plano es el que se observa a través del ocular?
- Si lo ha encontrado experimentalmente exprese clara y brevemente cómo lo ha hecho.
- Si ha hecho aproximaciones debe exponerlas claramente y justificarlas.
- Especifique clara y brevemente cómo ha realizado la medida de  $D$ .
- Exponga los resultados de todas las medidas realizadas.
- Exprese claramente el resultado final y su incertidumbre justificando cómo ha llegado a ellos.

## Medida de la distancia $d$

- Especifique clara y brevemente cómo ha realizado la medida.
- Exponga los resultados de todas las medidas realizadas.
- Exprese claramente el resultado final y su incertidumbre justificando cómo ha llegado a ellos.

## Longitud de onda

Exprese claramente el resultado final y su incertidumbre justificando cómo ha llegado a ellos

**Debe añadir aquí algo que haya observado o ideado y que no esté incluido en lo anterior**

## Fenómenos interesantes para los curiosos

**En este apartado no se evaluarán las preguntas solicitadas**

### • Medidas de espesores

Si el haz que atraviesa una de las caras del biprisma pasa después por una lámina delgada (por ejemplo mica), ¿qué le ocurrirá a la distribución de luz en el plano de observación? ¿Podría determinarse el espesor de la lámina? ¿Puede hacerlo con luz monocromática? (ver p. 191 de *Optics* de A. Ghatak). Intente medir así el espesor de alguna lámina, por ejemplo las usadas en la práctica del interferómetro de Michelson o similar.

### • Interferencia con luz blanca

Aleje el biprisma de la lámpara de sodio y coloque un flexo para iluminar la rendija con luz blanca. Interprete la interferencia observada. ¿Podría asimilarse a una "fotografía" de un pulso reemplazando tiempo por desplazamiento en el plano de observación?

## 6. Quiero saber más

La interferencia de tipo Young es el primer ejemplo de interferencia y el de mayor valor didáctico por su sencillez, no sólo en óptica sino también en física cuántica. No obstante, en la práctica se suelen considerar versiones que conservando la sencillez aumenten su eficiencia. Por ejemplo, el biprisma considerado en esta práctica es mucho más luminoso que el Young usual formado por dos pequeñas aberturas.

En el siguiente enlace puede ver un montaje del tipo Young utilizado para observar interferencia con el objeto más complejo utilizado hasta la fecha: moléculas de fullereno con 60 átomos de carbono, lo que pone más cerca la observación de interferencia con seres vivos. En este caso la interferencia tiene lugar entre las ondas de probabilidad asociadas a la materia por la teoría cuántica.

<http://scitation.aip.org/content/aapt/journal/ajp/71/4/10.1119/1.1531580>

<http://www.nature.com/nature/journal/v401/n6754/full/401680a0.html>

La interferencia de Young está también en la base del método de observación de imágenes en astronomía conocido como síntesis de abertura y que en su versión de radiofrecuencias mereció el premio Nobel de Física de 1974.

[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1974/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1974/)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Astronomical\\_interferometer](http://en.wikipedia.org/wiki/Astronomical_interferometer)

Las versiones en el rango de microondas y frecuencias ópticas se están desarrollando en la actualidad en el observatorio del desierto de Atacama en Chile:

<http://www.almaobservatory.org>

<http://www.eso.org/public/teles-instr/technology/interferometry/>