

# INTERFERENCIA

1. Dos ondas planas monocromáticas de igual frecuencia se propagan formando un ángulo entre sus vectores de onda. Calcule la amplitud e intensidad media en una pantalla perpendicular a la bisectriz entre ambos vectores de onda.
2. Diga qué entiende por luz cuasi monocromática y dé algunos ejemplos. ¿Bajo qué condiciones se puede decir que dos fuentes son coherentes? ¿Es posible observar interferencia de la luz proveniente de dos tubos fluorescentes? ¿Por qué? Diga cuándo es posible observar interferencia.
3. Resuelva el problema 1 si las dos ondas son de frecuencia ligeramente diferentes. Muestre que la gura de interferencia viaja a lo largo del plano y determine a que velocidad se mueve. Si se desea fotograar la gura de interferencia, que relación debe haber entre el tiempo de obturación y la diferencia entre ambas frecuencias? Si para este experimento se utilizan dos láseres distintos. Qué longitud de coherencia deben tener como mínimo? Con cuántas cifras debe estar denida la frecuencia para un caso típico de luz visible?
4. Se tienen dos fuentes puntuales que emiten en fase ubicadas a una distancia  $d$  entre ellas. Calcule la figura de interferencia que se observa en una pantalla ubicada a una distancia  $L$  y perpendicular a la recta de unión entre las fuentes ( $L \gg d$ ). ¿Cómo es la figura en una pantalla paralela a la recta de unión y a una distancia  $L_1$  de la misma ( $L_1 \gg d$ )? ¿Cuántos máximos de interferencia aparecen en cada caso? ¿Como debe ser la longitud de coherencia para que todos ellos sean visibles?

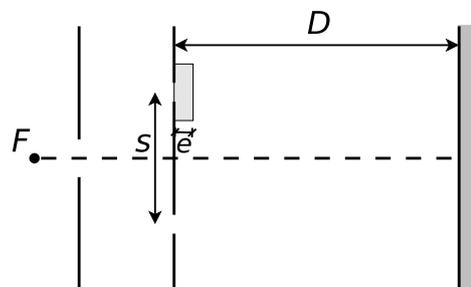
## Interferómetros por División de Frente

### Interferómetro de Young

5. \*Diga qué entiende por interferómetro por división de frente de onda. Mencione los más representativos, haga un esquema de cada uno de ellos e indique sus parámetros característicos.
6.
  - a) En el experimento de Young, ¿cuál es el lugar geométrico de los puntos que reciben ondas con la misma diferencia de fases?
  - b) Si en un experimento de Young la pantalla de observación está lo suficientemente alejada de las ranuras, ¿qué aspecto tienen las franjas de interferencia?
7. Sea una fuente monocromática ( $\lambda = 5500 \text{ \AA}$ ), y un dispositivo de Young de las siguientes características:

Distancia entre ranuras:  $s = 3,3 \text{ mm}$ .

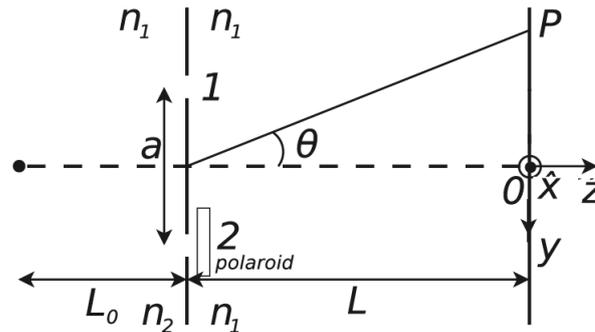
Distancia de las ranuras a la pantalla:  $D = 3 \text{ m}$ .



- a) Calcular la interfranja  $i$ .
- b) Detrás de una de las ranuras se coloca una lámina de vidrio de caras paralelas y planas ( $e = 0,01 \text{ mm}$ ) (ver figura). Determinar el sentido de desplazamiento de las franjas y la fórmula que da la expresión de dicho desplazamiento. Sabiendo que las franjas se han desplazado  $4,73 \text{ mm}$ , dar el valor del índice de refracción del vidrio. ¿Puede detectar dicho corrimiento con una fuente monocromática? ¿Y con una policromática?

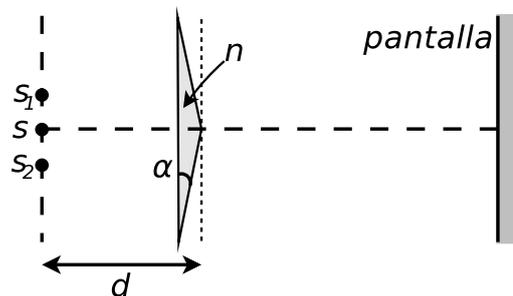
8. ¿Cómo cambia el experimento de Young si la fuente luminosa no está simétricamente situada respecto de la ranura, o si, por algún motivo, las ondas que llegan a las mismas tienen un cierto desfase? ¿Cómo puede detectar dicho corrimiento?
9. \*Se tiene el dispositivo para producir interferencia que indica la figura. La fuente puntual monocromática de longitud de onda  $\lambda$  (linealmente polarizada en el eje  $x$ , con amplitud  $E_0$ ), ilumina dos rendijas separadas por una distancia  $a$ . La fuente está centrada respecto de las rendijas y se encuentra a una distancia  $L_0$  de las mismas. A la izquierda de las rendijas hay dos medios distintos; sobre el eje  $z$  es  $n_1$ , y debajo del eje  $z$  es  $n_2$  ( $n_2 > n_1$ ); a la derecha de las rendijas el índice es  $n_1$  solamente. A continuación de la rendija 2 se coloca una lámina polarizadora cuyo eje de transmisión forma un ángulo  $\alpha$  con el eje  $x$ .

**Datos:**  $a, n_2, n_1, E_0, L_0, L$ .



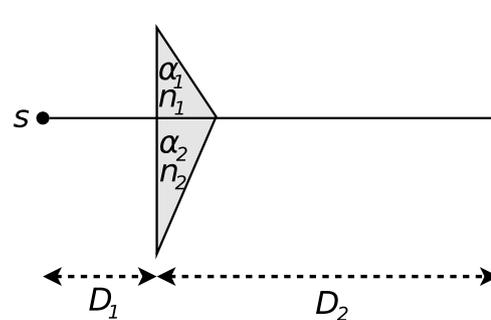
- a) ¿Qué efecto produce en el patrón de interferencia la diferencia de medios? Explique.
- b) Halle el campo eléctrico que sale de la lámina polarizadora como función de  $\alpha$ ; expréselo en las coordenadas  $x - y$  (sólo el campo que sale de la ranura 2; no el total).
- c) Halle la expresión de la intensidad en un punto  $P$  de la pantalla, en función de los campos eléctricos a la salida de las rendijas 1 y 2. Tenga en cuenta para esto la polarización de dichos campos.
- d) Calcule el contraste  $c = \frac{I_{máx} - I_{mín}}{I_{máx} + I_{mín}}$ , en función del ángulo  $\alpha$  y de  $\theta$  (ángulo subtendido por  $P$ ). ¿Existen ceros de intensidad para algún  $\theta$ ?

## Biprisma de Fresnel



10. a) Analice cómo se producen las imágenes virtuales en un biprisma de Fresnel.  
b) ¿Qué ocurre con la posición de las imágenes si se da vuelta el biprisma, es decir, si la arista enfrente a la pantalla en vez de enfrente a la fuente?
11. Un biprisma de Fresnel, de Crown, con ángulo de refracción de  $1^\circ$  se usa para producir franjas de interferencia. La pantalla se ubica a 60 cm del biprisma y la fuente luminosa a 15 cm de éste. Calcular el ancho de las interfranjas observadas con luz roja (línea C de Fraunhofer) y luz azul (línea F de Fraunhofer). Extraer las longitudes de onda y los índices de refracción de tablas.

12. Se observan franjas de interferencia con un biprisma de Fresnel con ángulo de  $1,5^\circ$  e índice de refracción 1,5. Para esto se usa una fuente de luz de  $4000 \text{ \AA}$  situada a  $5 \text{ cm}$  del vértice, y una pantalla situada a  $1 \text{ m}$  del biprisma. Si, dejando todas las demás condiciones iguales, se cambia el biprisma por uno de ángulo  $3^\circ$  e índice 1,6; ¿en cuánto varió la interfranja?
13. En un experimento de interferencia con un biprisma de Fresnel, ¿qué parámetros se pueden modificar para que la interfranja aumente?
14. \*Se tiene un dispositivo para producir interferencia consistente en una fuente puntual y monocromática  $S$ , que emite con longitud de onda  $\lambda$ , que se encuentra a una distancia  $D_1$  de un biprisma compuesto por dos prismas delgados de distintos índices y ángulos:  $n_1, \alpha_1$  ( $y > 0$ ) y  $n_2, \alpha_2$  ( $y < 0$ ). El dispositivo se muestra en la figura.



- Hallar la ubicación de las imágenes  $S_1$  y  $S_2$  por la refracción en ambas zonas del biprisma, que observaría una persona ubicada a la derecha del mismo.
- Marque en una figura la zona donde se produce la interferencia.
- Para un punto  $P$  genérico sobre la pantalla, calcule el desfase  $\delta$ . Sugerencia: piense en los rayos que llegan a  $P$  como provenientes de las imágenes halladas en (a).
- Calcule la interfranja sobre la pantalla.
- Halle la posición de los máximos sobre la pantalla. Si Ud. observara este fenómeno sin conocer los parámetros del dispositivo, ¿qué podría hacer para distinguir cuál es el orden con  $m = 0$ ?
- ¿Cómo debe ser la relación  $\alpha_1/\alpha_2$  para que el máximo con  $m = 0$  esté en la línea determinada por la fuente y el vértice del biprisma?

## Interferómetro de Michelson

15. Un interferómetro de Michelson es iluminado por medio de una fuente puntual monocromática  $S$ . Calcule:
- La posición de los máximos y mínimos en una pantalla ubicada a una distancia  $L$  del divisor de haz.
  - La posición de los máximos y mínimos en una pantalla ubicada a una distancia  $f$  de una lente de distancia focal  $f$  ubicada a una distancia  $L$  del divisor de haz.
  - Lo mismo que en 15a y 15b si se ubica otra fuente  $S'$ .
  - Discuta como se observaría la gura si se ilumina con una fuente extensa. Explique porque esta configuración se denomina franjas de igual inclinación.
  - Indique la expresión de la intensidad que se mide con un detector que detecta el punto central, en función de la diferencia de distancias entre el divisor de haz y los dos espejos
16. Un interferómetro de Michelson es iluminado por una fuente que emite en dos frecuencias. Calcule el valor medio de la intensidad de luz detectada. Muestre que cada frecuencia da una contribución sinusoidal con la distancia independiente de las otras frecuencias presentes, y que si multiplica la señal medida por  $\cos(\omega z/c)$  e integra según  $z$  puede recuperar la intensidad de la fuente a la frecuencia  $\omega$ . ¿Cuán largo debe ser el barrido para que la otra frecuencia  $\omega'$  no contribuya?. Calcule el caso particular de querer resolver el doblete del sodio.

17. Un interferómetro de Michelson permite medir el índice de refracción de gases. Una longitud  $L$  del recorrido del haz de uno de sus brazos está ocupada por una celda estanca en la cual se aloja el gas. Sus paredes las consideramos transparentes y de espesor despreciable frente a  $L$ .
- En la celda a la que se le ha hecho vacío se inyecta lentamente el gas hasta alcanzar una presión equivalente a la atmosférica (la presión del aire en el otro brazo del interferómetro). En el ínterin el patrón de franjas de interferencia cuenta  $N$  nuevas franjas. Esto significa que un fotodiodo ubicado en el punto central del patrón proveyó una señal con  $N$  mínimos (o máximos) en función del tiempo. Determine el índice de refracción del gas en función de  $n_{\text{aire}}$ ,  $\lambda$ ,  $N$  y  $L$ .
  - Se inyecta dióxido de carbono ( $CO_2$ ) que a 1atm presenta un índice de refracción  $n = 1;0045$  en una celda de  $L = 10cm$  iluminando con  $\lambda = 589nm$  provista por una lámpara de sodio ( $Na$ ). ¿Cuántas franjas ( $N$ ) se registran?