

Condiciones para la interferencia

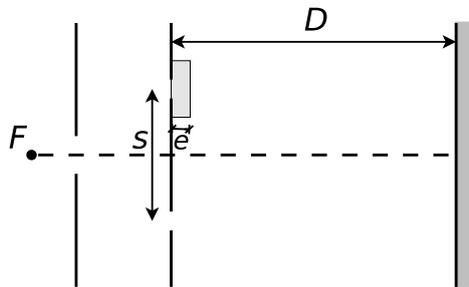
1. Diga qué entiende por luz cuasi monocromática y dé algunos ejemplos.
2. ¿Bajo qué condiciones se puede decir que dos fuentes son coherentes? ¿Es posible observar interferencia de la luz proveniente de dos tubos fluorescentes? ¿Por qué? Diga cuándo es posible observar interferencia.
3. ¿Es posible observar interferencia entre dos haces de luz monocromática de igual frecuencia y linealmente polarizada, si los campos eléctricos de ambos haces...
 - a) son perpendiculares?
 - b) forman un ángulo de 45° ?
 - c) son paralelos?
4. ¿Es posible observar interferencia entre dos ondas monocromáticas de igual frecuencia si...
 - a) tienen amplitudes muy diferentes?
 - b) tienen amplitudes diferentes pero cercanas? (por ejemplo $0.5 < A_1/A_2 < 2$)
 - c) tienen igual amplitud?
5. Considere dos fuentes sonoras (dos parlantes) que emiten una misma señal. Analice la coherencia de ambas fuentes en los siguientes casos.
 - a) La señal es una señal armónica de frecuencia ω .
 - b) La señal es periódica con período τ (no necesariamente armónica).
 - c) La señal es ruido blanco¹.

División de frente de onda

6. 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.
7. Considere el experimento de dos rendijas de Young.
 - a) ¿Cuál es el lugar geométrico de los puntos que reciben ondas con la misma diferencia de fases?
 - b) Si la pantalla de observación está lo suficientemente alejada de las ranuras, ¿qué aspecto tienen las franjas de interferencia?
8. Sea una fuente monocromática ($\lambda = 5500 \text{ \AA}$), y un dispositivo de Young de las siguientes características:

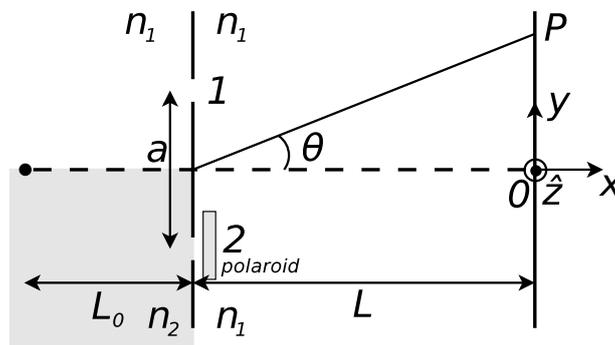
¹El ruido blanco es una señal aleatoria cuyas muestras cumplen una cierta distribución, por ejemplo uniforme o Gaussiana, y además son independientes entre sí.

- Distancia entre ranuras: $s = 3.3$ mm.
- Distancia de las ranuras a la pantalla: $D = 3$ m.



- Calcular la interfranja i .
 - Detrás de una de las ranuras se coloca una lámina de vidrio de caras paralelas y planas ($e = 0.01$ 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 mm, dar el valor del índice de refracción del vidrio. ¿Puede detectar dicho corrimiento con una fuente monocromática? ¿Y con una policromática?
- ¿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?
 - Se tiene el dispositivo para producir interferencia que indica la figura. La fuente puntual monocromática de longitud de onda λ (linealmente polarizada en el eje z , 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 x es n_1 , y debajo del eje x 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 α con el eje z .

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



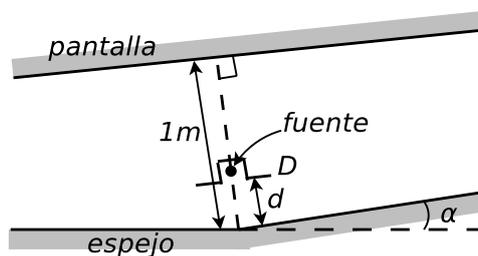
- ¿Qué efecto produce en el patrón de interferencia la diferencia de medios? Explique.
- Halle el campo eléctrico que sale de la lámina polarizadora como función de α ; expréselo en las coordenadas $y - z$ (sólo el campo que sale de la ranura 2; no el total).
- Halle la expresión de la intensidad en 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 , definido como:

$$c = \frac{I_{\text{máx}} - I_{\text{mín}}}{I_{\text{máx}} + I_{\text{mín}}}$$

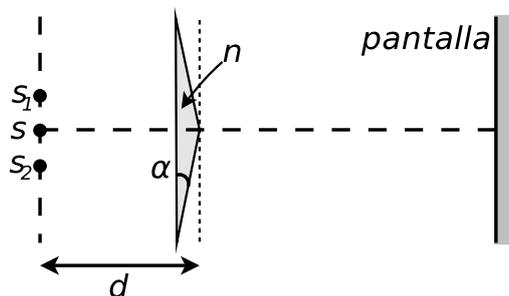
en función del ángulo α y de θ (ángulo subtendido por P). ¿Existen ceros de intensidad para algún θ ?

11. Se usa como fuente luminosa para un par de espejos de Fresnel una ranura D iluminada con luz monocromática de 4000 \AA y colocada a 20 cm de la intersección de los espejos sobre la bisectriz. Las franjas de interferencia observadas a 1 m de distancia del vértice de los espejos tienen una interfranja de 1 mm . Calcular el ángulo α entre los planos de los espejos. **Sugerencia:** nótese que la fuente y las dos imágenes son equidistantes de la intersección de los espejos.



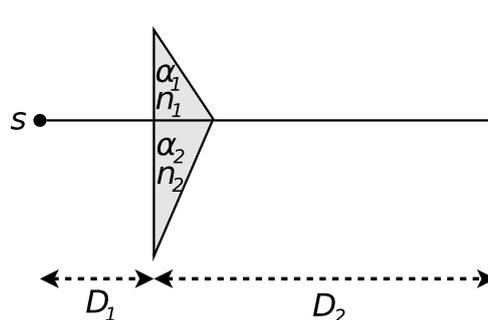
Datos: distancia vértice-pantalla: 1 m , $d = 20 \text{ cm}$.

12. Examinadas mediante una lupa de distancia focal $f = 5 \text{ cm}$, dos franjas de interferencia consecutivas, producidas con los espejos de Fresnel, se encuentran a una separación aparente $i' = 3 \text{ mm}$. La distancia entre las imágenes de la fuente y la pantalla es $D = 4 \text{ m}$ y la separación entre las dos imágenes es $d = 4 \text{ mm}$. ¿En qué longitud de onda emite la fuente? Nota: suponer que la imagen de las franjas se forma a la distancia de visión clara ($d_0 = 25 \text{ cm}$) respecto a la lupa.
13. En un experimento de interferencia con espejos de Fresnel, ¿qué parámetros deben modificarse para que la interfranja disminuya? Justifique. Indique cómo deben modificarse.
14. Considere el siguiente arreglo experimental (llamado biprisma de Fresnel):



- 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?
15. Un biprisma de Fresnel, hecho de vidrio crown, con ángulo de refracción de 1° 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 interfrangas observadas con luz roja (línea C de Fraunhofer) y luz azul (línea F de Fraunhofer). **Observación:** Puede consultar las longitudes de onda y los índices de refracción en tablas o en las guías anteriores.

16. Se observan franjas de interferencia con un biprisma de Fresnel con ángulo de 1.5° e índice de refracción 1.5. Para esto se usa una fuente de luz de 4000 \AA situada a 5 cm del vértice, y una pantalla situada a 1 m del biprisma. Si, dejando todas las demás condiciones iguales, se cambia el biprisma por uno de ángulo 3° e índice 1.6; ¿en cuánto varió la interfranja?
17. En un experimento de interferencia con un biprisma de Fresnel, ¿qué parámetros se pueden modificar para que la interfranja aumente?
18. Se tiene un dispositivo para producir interferencia consistente en una fuente puntual y monocromática S , que emite con longitud de onda λ , que se encuentra a una distancia D_1 de un biprisma compuesto por dos prismas delgados de distintos índices y ángulos: n_1, α_1 ($y > 0$) y n_2, α_2 ($y < 0$). El dispositivo se muestra en la figura.

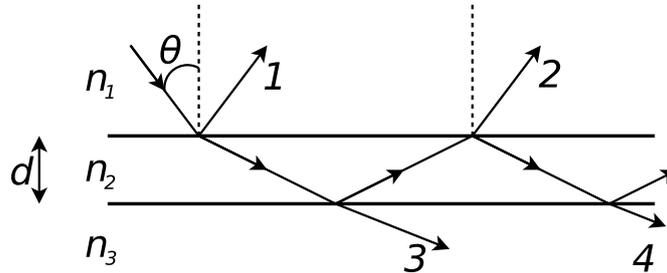


- a) Hallar la ubicación de las imágenes S_1 y S_2 por la refracción en ambas zonas del biprisma, que observaría una persona ubicada a la derecha del mismo.
- b) Marque en una figura la zona donde se produce la interferencia.
- c) Para un punto P genérico sobre la pantalla, calcule el desfase δ . Sugerencia: piense en los rayos que llegan a P como provenientes de las imágenes halladas en (a).
- d) Calcule la interfranja sobre la pantalla.
- e) 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 $m = 0$?
- f) ¿Cómo debe ser la relación α_1/α_2 para que el máximo con $m = 0$ esté en la línea determinada por la fuente y el vértice del biprisma?
19. ¿Por qué motivo se puede concluir, en el experimento del espejo de Lloyd, que la luz reflejada ha sufrido un desfase de 180° ?
20. Haga un cuadro comparativo de las magnitudes que caracterizan a los distintos interferómetros por división de frente e indique en cada uno de ellos cómo se divide el frente.

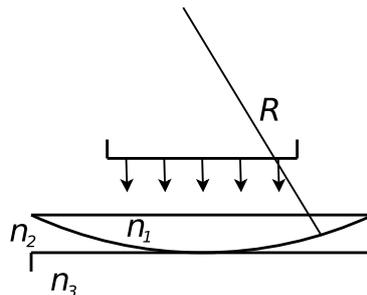
División de amplitud

21. Diga qué entiende por interferómetro por división de amplitud. Enumere los más representativos e indique en un esquema sus parámetros característicos.
22. ¿Qué entiende por franjas localizadas de interferencia? ¿En qué casos están localizadas las franjas en un interferómetro por división de amplitud? Justifique sus respuestas.
23. En una lámina de caras paralelas indique la zona del espacio en que se observa interferencia para fuente puntual y para fuente extensa. En el primer caso calcule la posición de las imágenes de la fuente.

24. En la lámina de caras paralelas que se indica en la figura, indique qué condición debe cumplirse para que los rayos 1 y 2 interfieran constructivamente. Cuando eso sucede, ¿qué pasa con los rayos 3 y 4? ¿Qué sucede si se usan otras relaciones entre los índices? ($n_1 > n_2 > n_3$).



25. Una lámina de vidrio de $0.40 \mu\text{m}$ de espesor es iluminada por un haz de luz blanca normal a la lámina. El índice de refracción es de 1.5. ¿Qué longitudes de onda dentro de los límites visibles del espectro serán intensificadas en el haz reflejado? (espectro visible: $40 \times 10^{-6} \text{cm} \leq \lambda \leq 79 \times 10^{-6} \text{cm}$).
26. ¿Por qué se llaman franjas de igual inclinación a las que aparecen en una lámina de caras paralelas iluminada por una fuente extensa?
27. Una cuña de aire es iluminada de tal forma que si incide luz de longitud de onda $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ normalmente a la cara inferior, produce franjas paralelas cuya distancia entre mínimos es 1 mm. Describir la cuña.
28. Se observan anillos de Newton por reflexión, iluminándose una lente plano-convexa con luz de longitud de onda $\lambda = 650 \text{ nm}$. ¿Qué radio de curvatura tiene la lente si el segundo anillo oscuro tiene $d = 2.6 \text{ mm}$ de diámetro?
29. Se observan anillos de Newton mediante una lámina de vidrio de índice de refracción n_3 , una lente de vidrio con $n_1 \neq n_3$ y un líquido de n_2 intermedio entre n_1 y n_3 (ver figura).



- a) ¿Son oscuros o brillantes los centros del sistema de anillos observados respectivamente por reflexión y transmisión?
- b) Suponga ahora que el líquido tiene un índice $n_2 = 1.59$. Si se observan los anillos por reflexión siendo $\lambda = 5900 \text{ \AA}$, y el radio del quinto anillo es de 2 mm, ¿cuál es el radio de curvatura de la lente?
30. Se observan anillos de Newton con una lente plano-convexa situada sobre un vidrio plano, con aire entre medio. ¿Qué pasa con la diferencia entre los cuadrados de dos radios consecutivos si:
- a) Se cambia la lente por otra también plano-convexa del mismo radio de curvatura, pero de mayor índice de refracción?

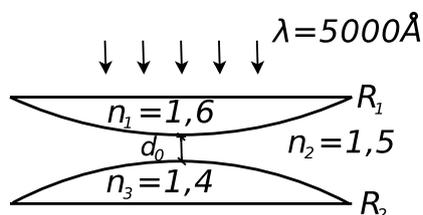
b) Se coloca agua en vez de aire entre la lente y la lámina de vidrio?

31. Con el mismo dispositivo de los problemas anteriores se observan anillos de Newton por reflexión. ¿Es oscuro o claro el centro de la figura de interferencia? ¿Cuál es el radio del tercer anillo brillante? ¿Qué sucede con los anillos para un ligerísimo desplazamiento hacia arriba de la lente: convergen hacia el centro o se alejan de éste? ¿Por qué?

Datos: $R = 1$ m; $d = 0.013$ mm; $\lambda = 5000$ Å; $n_1 = 1.5$; $n_2 = 1.3$; $n_3 = 1.4$.

32. En un dispositivo para observar anillos de Newton el espacio entre la lente y la lámina de vidrio está lleno de líquido. Se observan anillos por transmisión. La longitud de onda empleada es $\lambda = 5890$ Å y el radio de curvatura de la lente es de 10 m. Hallar el índice de refracción del líquido sabiendo que el radio del tercer anillo brillante es de 3.65 mm.

33. Considere el dispositivo de anillos de Newton modificado que se muestra en la figura. Se observan anillos por reflexión.



- a) ¿Para qué valores de d_0 el centro de los anillos corresponde a un máximo?
- b) Hallar el mínimo valor de d_0 para el cual el centro de los anillos corresponde a un mínimo.
- c) Con el valor de d_0 hallado en (b), calcular la relación que debe existir entre los radios de las lentes, $R_2(R_1)$, para que el radio del primer anillo oscuro verifique $r_1^2 = 10^{15} \text{ \AA}^2$.
34. Indique en cada uno de los interferómetros por división de amplitud estudiados dónde se divide la amplitud. ¿Son iguales las amplitudes de los haces que interfieren? En la lámina de caras paralelas compare estas amplitudes tanto en la salida por reflexión como por transmisión para incidencia normal.