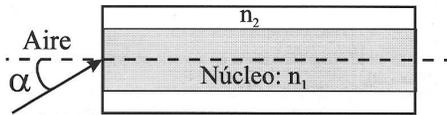
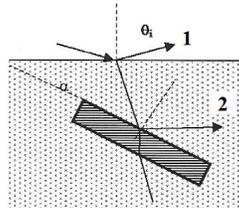


Práctica 10: *Óptica Geométrica, Polarización, Interferencia y Difracción*

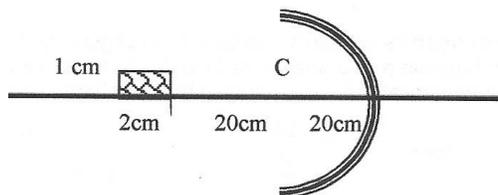
- Mostrar que si un objeto pequeño sumergido en agua (índice de refracción  $n = 1.33$ ) es observado desde el exterior en forma vertical, la profundidad aparente del objeto es aproximadamente igual a  $3/4$  de su profundidad real.
- Una fibra óptica consiste de un núcleo central de índice de refracción  $n_1$  rodeada de un material de índice de refracción  $n_2$ , como se muestra en el esquema. El ángulo de aceptación de la fibra es el máximo valor que puede tomar  $\alpha$  para que la luz incidente desde el aire no escape del núcleo y pueda, de ese modo, propagarse por la fibra. (a) Considerar que la fibra trabaja por reflexión total interna, concluya que  $n_2 < n_1$ . (b) Encuentre el ángulo de aceptación para  $n_1 = 1,50$  y  $n_2 = 1,49$ , si la fibra óptica está sumergida en aire.



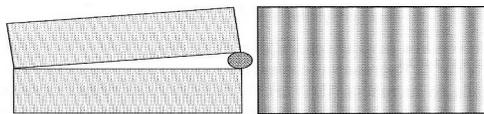
- Luz no polarizada incide sobre la superficie del agua (índice 1,33) bajo un ángulo tal que la luz reflejada (rayo 1 de la figura) se encuentra completamente polarizada. (a) ¿Cuál es el ángulo de incidencia? Suponga ahora que la onda refractada dentro del agua incide sobre una placa de vidrio (índice 1,5) dando lugar a una onda también polarizada (rayo 2). (b) ¿Cuál es el ángulo  $\alpha$  formado entre las superficies del vidrio y del agua?



- Dos láminas polarizadoras tienen sus direcciones de transmisión cruzadas de modo que no pasa luz a través de ellas. Se inserta una tercera lámina entre las dos de modo que su dirección de transmisión forma un ángulo  $\theta$  con la primera. Se hace incidir luz no polarizada de intensidad  $I_0$  sobre la primera lámina. Hallar la intensidad transmitida a través de las tres si a)  $\theta = 45^\circ$ ; (b)  $\theta = 30^\circ$ .
- Un objeto rectangular de dimensiones  $1\text{ cm} \times 2\text{ cm}$  se coloca de modo que su borde derecho esté a  $40\text{ cm}$  del vértice de un espejo esférico cóncavo de  $20\text{ cm}$  de radio de curvatura. (a) Realice una marcha de rayos para estimar gráficamente la forma y ubicación de la imagen. (b) repita el cálculo en forma analítica. (c) Calcule los aumentos transversales y axiales.



6. Un aficionado a los autos antiguos pule la "taza" de una rueda hasta que sea un buen espejo esférico de ambos lados. Cuando mira desde un lado de la taza ve la imagen de su cara a  $30\text{ cm}$  detrás de ésta y cuando le da vuelta vuelve a ver su imagen pero a  $10\text{ cm}$  por detrás de la taza. Calcule el radio de curvatura de la esfera y la distancia a la que está la cara de la taza.
7. Un pez está a  $10\text{ cm}$  de la superficie delantera de una pecera de  $20\text{ cm}$  de radio. (a) ¿Dónde parecerá estar el pez para alguien del exterior que lo ve de frente a la pecera? (b) ¿Dónde parecerá estar el pez cuando se encuentre a  $30\text{ cm}$  de la superficie delantera de la pecera?
8. (a) Calcule la posición, el tamaño y la orientación de la imagen que forma una lente convergente de un objeto de  $10\text{ cm}$  de alto que se encuentra colocado a  $20\text{ cm}$  de la lente. La distancia focal de la lente es de  $10\text{ cm}$ . Resolver analítica y gráficamente e indicar si la imagen es real o virtual. (b) Repetir para el caso en que el objeto se encuentra a  $5\text{ cm}$  de la lente. (c) Repetir los casos (a) y (b) considerando que ahora la lente es divergente con igual magnitud de distancia focal que la considerada en esos incisos.
9. Dos lentes delgadas convergentes, de longitudes focales  $10\text{ cm}$  y  $20\text{ cm}$ , están separadas  $20\text{ cm}$ . Si se sitúa un objeto  $15\text{ cm}$  a la izquierda de la primera lente, (a) ¿Cuál será la posición final?, (b) ¿Cuál será la amplificación? Resolver analítica y gráficamente.
10. Los ojos de una persona enfocan rayos paralelos a una distancia de  $2,8\text{ cm}$  de la córnea. (a) Indique de que afección se trata. (b) ¿Qué tipo de lente se necesita para corregir el defecto y cuál sería la distancia focal de esta? (c) Repetir (a) y (b) para el caso en que la imagen se forma a  $2,2\text{ cm}$  de la córnea. Recuerde que en un ojo sano la imagen se forma sobre la retina ubicada a  $2,5\text{ cm}$  de la córnea.
11. Una película de aceite ( $n = 1,45$ ) flota sobre agua y es iluminada con luz blanca (violeta  $400\text{ nm}$  -rojo  $700\text{ nm}$ ). La película tiene un espesor de  $280\text{ nm}$ . Encuentre el color predominante en la luz reflejada y en la luz transmitida (suponga incidencia normal).
12. El diámetro de hilos finos puede medirse muy exactamente mediante diagramas de interferencia. Se disponen dos láminas de vidrio de longitud  $L$  ópticamente planas junto con el hilo en la forma indicada en la figura. Se ilumina con luz monocromática y se detectan las franjas de interferencia resultantes. Si  $L = 20\text{ cm}$  y se utiliza luz amarilla de sodio ( $\lambda = 590\text{ nm}$ ) y se ven 19 franjas brillantes a lo largo de los  $20\text{ cm}$ , ¿cuáles son los límites del diámetro del hilo? (La franja 19 puede no estar en el extremo del vidrio pero no se ven 20 franjas).



13. Una lente esférica de radio de curvatura  $20\text{ cm}$  y  $n_1 = 1,5$ , descansa sobre una superficie plana de vidrio ( $n_2 = 1,8$ ) y es iluminada normalmente con luz de  $\lambda = 590\text{ nm}$ . (a) Haga un esquema mostrando cuáles son los rayos que interfieren. (b) Indique si el centro de la figura que se observa por reflexión es brillante u oscuro y explique por qué. (c) ¿Cuál es el radio del vigésimo anillo oscuro ( $r'_{20}$ ) cuando se observa por reflexión? (d) ¿Cómo cambian los resultados si el espacio entre la lente y la superficie plana se llena con aceite de índice  $n_3 = 1,6$ ?
14. Utilizando un aparato convencional de dos rendijas con luz de  $589\text{ nm}$  de longitud de onda se observan, sobre una pantalla a  $3\text{ m}$ , 28 franjas brillantes por centímetro. ¿Cuál es la separación entre las rendijas?

15. Se hacen incidir microondas planas sobre una rendija metálica larga y estrecha de  $5\text{ cm}$  de ancho. El primer mínimo de difracción se observa para  $\theta = 37^\circ$ . ¿Cuál es la longitud de onda de las microondas?
16. La figura muestra un dispositivo denominado *espejo de Lloyd* utilizado para realizar experiencias de interferencia de rayos  $X$ . Represente claramente las ondas que parten de  $S$  e inciden en  $P$ , haciendo una analogía con el experimento de Young. (a) ¿Por qué se ve oscura la zona de la pantalla próxima al espejo? (b) Calcule la separación de las franjas brillantes en la pantalla cuando  $\lambda = 0,8\text{ nm}$ ,  $d = 2\text{ mm}$  y la distancia de la fuente a la pantalla es de  $3\text{ m}$ .



17. Se observa un diagrama de interferencia-difracción de Fraunhofer producido por dos rendijas con luz de  $700\text{ nm}$  de longitud de onda. Las rendijas tienen un ancho de  $0,01\text{ mm}$  y están separadas  $0,2\text{ mm}$ . ¿Cuántas franjas brillantes se verán en el máximo de difracción central?
18. Dos rendijas de ancho  $a$  están separadas por una distancia  $d$ . (a) ¿Cuál debe ser la relación entre  $a$  y  $d$  para que no se observe el cuarto máximo brillante a cada lado del centro brillante? (b) ¿Se anulan también otros máximos?
19. Una red de difracción con 315 líneas por  $\text{mm}$  se ilumina con luz visible ( $400\text{-}700\text{ nm}$ ). (a) ¿Se observa el 5<sup>to</sup> orden de  $400\text{ nm}$ ? (b) ¿Para que orden se comienzan a superponer los espectros? (c) ¿Cuál es el máximo orden que se puede observar para  $700\text{ nm}$ ?

1.

2. b)  $0 \leq \alpha \leq \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

3. a)  $\theta_i = 0,927\text{ rad}$ , b)  $\alpha = 0,20\text{ rad}$

4. a)  $I = \frac{1}{8} I_0$ , b)  $I = \frac{3}{32} I_0$

5. b)  $s'_1 = -13,125\text{ cm}$ ,  $s'_2 = -13,333\text{ cm}$ , c) aumentos transversales:  $\frac{y'_1}{y_1} = 0,328$  y  $\frac{y'_2}{y_2} = 0,317$ , aumento axial  $\left| \frac{s'_2 - s'_1}{s_2 - s_1} \right| = 0,0875$ .

6.  $s_1 = 24,49\text{ cm}$ ,  $R = 33,8\text{ cm}$

7. a)  $s' = -8,54\text{ cm}$ , b)  $s' = -36\text{ cm}$

8. a)  $s' = 20\text{ cm}$ ,  $m = -1$ , imagen real e invertida b)  $s' = -10\text{ cm}$ ,  $m = 2$ , imagen virtual y derecha, c) si  $s = 20\text{ cm}$ ,  $s' = -6,66\text{ cm}$ ,  $m = 0,33$ , imagen imaginaria y derecha y si  $s = 5\text{ cm}$ ,  $s' = -3,33\text{ cm}$ ,  $m = 0,66$ , imagen imaginaria y derecha.

9. a)  $s' = 6,66\text{ cm}$  respecto de la segunda lente, b)  $m = -4/3$

10. a) ojo hipermetrope, b) lente convergente con distancia focal  $f_l = 23,33\text{ cm}$  c) ojo miope, lente divergente de distancia focal  $f_l = -18,33\text{ cm}$ .

11. color predominante reflejado  $\lambda = 541 \text{ nm}$  (verde) y color predominante transmitido  $\lambda = 406 \text{ nm}$  (violeta)
12.  $5,46 \mu\text{m} < d < 5,9 \mu\text{m}$
13. b) centro oscuro, c)  $r'_{20} = 1,5 \text{ mm}$ , d) centro brillante y  $r'_{20} = 1,2 \text{ mm}$
14.  $d = 4,95 \text{ mm}$
15.  $\lambda = 3 \text{ cm}$
16. b)  $\Delta y = 600 \text{ nm}$
17. 39 franjas brillantes
18. a)  $d = 4 a$ , b) Sí, todos los múltiplos de 4.
19. a) Sí b) segundo orden c) 4<sup>to</sup> orden.