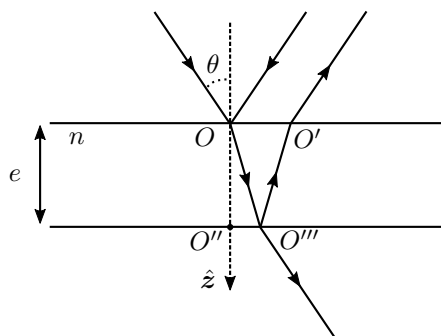


Física 2

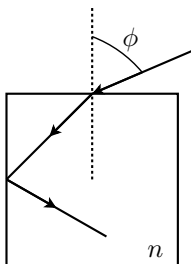
Segundo cuatrimestre de 2019

Guía 7: Ondas en más dimensiones

- 1 Verificar que $f(\hat{n} \cdot \mathbf{r} - vt)$ es solución de la ecuación de ondas clásica en tres dimensiones, donde \hat{n} es un versor constante que indica la dirección de propagación de la onda.
- 2 Considere una onda de presión de amplitud A y frecuencia ω que incide desde el aire sobre una superficie plana de agua formando un ángulo θ con la normal. Calcule las direcciones de propagación y las amplitudes de las ondas de presión reflejadas y transmitidas en función de las velocidades de sonido y densidades de equilibrio de cada medio y del ángulo de incidencia.
- 3 Una onda plana incide desde el aire sobre una lámina de vidrio de espesor e e índice de refracción n , con un ángulo de incidencia θ .



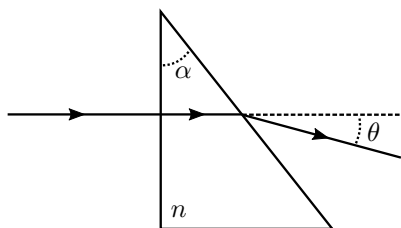
- (a) Demuestre que la onda transmitida a la salida de la lámina se propaga con el mismo ángulo que la incidente.
- (b) Calcule el desplazamiento lateral del rayo incidente al transmitirse fuera de la lámina.
- (c) Escriba la expresión para:
 - i. la onda incidente en el sistema de referencia con origen O y eje z según la figura; y con origen O y eje z' según la dirección de propagación de la onda incidente.
 - ii. la onda reflejada, con origen O y eje z según la figura; y con origen O y eje z' según la dirección de propagación de la onda reflejada.
 - iii. la onda transmitida dentro del material con origen O ; con origen O'' y con O''' según el eje z de la figura.
 - iv. la onda transmitida fuera del material con origen O'' y O''' y eje z según la figura y eje z' paralelo a la dirección de propagación de la onda incidente.
 - v. la onda reflejada en la segunda cara y transmitida hacia atrás en la primera, con origen O y eje z según la dirección de propagación de la primera onda reflejada y con origen O y eje z' según su propia dirección de propagación.
- 4 Un rayo incide con ángulo ϕ sobre la superficie horizontal de un cubo de material transparente, de índice n , inmerso en aire.



- (a) ¿Para qué valores de ϕ hay reflexión total en la cara vertical?
- (b) Si $\phi = 60^\circ$, ¿cuál es el máximo n para que no haya reflexión total en la cara vertical? ¿Se puede reflejar totalmente en la cara superior?

5 Una onda plana incide desde la izquierda perpendicularmente a la cara del prisma de la figura. Encuentre:

- (a) El ángulo de desviación θ de la luz transmitida en función del índice de refracción n y del ángulo α del prisma.
- (b) La dispersión del prisma ($d\theta/d\lambda$). Estime dicho valor para algún material que encuentre en tablas o algún libro.
- (c) El ángulo a partir del cual toda la luz es reflejada (ángulo de reflexión total interna). Discuta para qué caso es posible la reflexión total externa.



6 Para un vidrio los índices de refracción para el rojo y violeta son respectivamente 1.51 y 1.53. Halle los ángulos de reflexión total para luz incidente en la superficie de separación aire-vidrio. ¿Qué ocurre si el vector de propagación de una luz blanca forma un ángulo de 41° con dicha superficie?

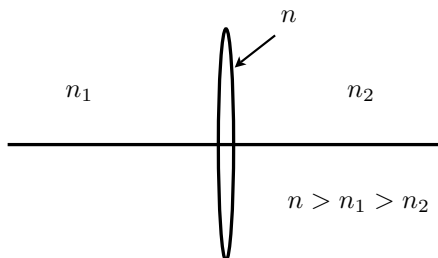
7 En un prisma con un ángulo de 10° incide luz roja y violeta. ¿A qué distancia de este debe ubicarse una pantalla para resolver (distanciar) estos colores en 1 mm.

8 En las calmas y claras aguas del Caribe cubano ($n \simeq 1.0003$) un buzo suelda secciones de un oleoducto a 80 m de profundidad. ¿Hasta qué distancia sus colegas en un bote podrán ubicarlo en la noche por sus luces?

9 Escriba, en la aproximación paraxial, la expresión de una onda convergente a derecha a un punto P . Halle la expresión de la onda reflejada en un espejo esférico de radio R_1 en función de la distancia P -espejo. Discuta los distintos casos que se presentan.

Lentes Delgadas

10 Se tiene una lente delgada en las condiciones que presenta la figura. Indique en qué punto del eje óptico debe incidir un rayo para que atraviese la lente sin desviarse. Expresé el resultado en función de la distancia focal objeto y de los índices de refracción.



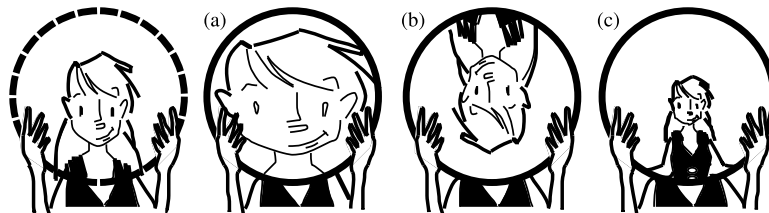
11 Halle las distancias focales para lentes: i) plano-cóncava, ii) plano-convexa, iii) bicóncava, iv) biconvexa, v) cóncava-convexa; en función del índice de refracción y de los radios de curvatura de las lentes, como así también de los índices de refracción de los medios externos.

- 12** Defina qué se entiende por objetos e imágenes reales o virtuales. ¿Cómo se generan y cómo se detectan?
- Sea una fuente real a una distancia z_s de una lente de distancia focal imagen $f' > 0$. Para $z_s > f$, $z_s = f$ y $z_s < f$, dibuje los frentes de onda incidentes y emergentes.
 - Ídem para $f' < 0$.
 - Ídem inciso (a) pero para una fuente virtual.

- 13** Una lente forma imagen allí donde se crucen todos los vectores de propagación que la hayan atravesado. Basta con determinar el cruce de dos de estos para ubicar la imagen de un objeto. En particular un vector que pasa por un foco corresponde al otro lado de la lente con uno paralelo al eje de este. Así un rayo paralelo al eje de la lente desde un objeto tendrá su correspondiente pasando por el foco del lado opuesto (revisar ejercicio **11**). Si recordamos el resultado del ejercicio **10** tendremos el otro rayo que necesitamos. Esta técnica geométrica de trazado de rayos es de mucha utilidad para corroborar resultados analíticos obtenidos con la fórmula de las lentes. Resuelva geoméricamente a través del trazado de rayos, y determine si la imagen es real o virtual, es directa o invertida, para los siguientes casos:
- Objeto puntual a 20 cm de la lente de distancia focal 10 cm.
 - Objeto puntual a 20 cm de la lente de distancia focal 5 cm.
 - Objeto puntual a 3 cm de la lente de distancia focal 5 cm.
 - Objeto puntual a 20 cm de la lente de distancia focal -40 cm (lente divergente).

En todos los casos el objeto está a 1 cm del eje de la lente.

- 14** Una persona sostiene frente a ella una lente, que en los tres casos ((a), (b), (c)) tienen distintas curvaturas. Comparando con lo que se vería sin lente (primer imagen de la izquierda), determine qué tipo de lentes son (convergentes / divergentes) y qué clase de imagen (real / virtual) podemos ver en cada caso.



- 15** Una lente delgada convergente, de distancia focal 30 cm, se coloca 20 cm a la izquierda de otra lente delgada divergente de distancia focal 50 cm. Para un objeto colocado a 40 cm a la izquierda de la primera lente determine la imagen final. Determine además cuál es el aumento lateral del sistema.

Dispositivos

- 16** (a) Considere un microscopio simple (es decir, una lupa) y recordando que el aumento de un instrumento se define como el cociente entre el ángulo con que se ve al objeto a través del instrumento y el ángulo con que se lo ve a ojo desnudo, calcule su aumento en los siguientes dos casos:
- imagen final en infinito,
 - imagen virtual a 25, cm de la lupa.
- (b) Describa un microscopio compuesto, enumerando cada uno de los elementos que lo componen y la función que cumple cada uno de ellos. Indique también si en la práctica cada uno de estos elementos es un elemento simple o no. ¿Cómo se considera, a los efectos de resolución de esta guía, un microscopio compuesto?.
- 17** Un microscopio consta de un objetivo de 4 mm de distancia focal y de un ocular de 30 cm de distancia focal. La distancia entre el foco imagen del objetivo y el foco objeto del ocular es $g = 18$ cm. Calcule:

- (a) El aumento normal del microscopio, es decir el aumento cuando la imagen final está en el infinito.
- (b) La distancia objeto-objetivo.

18 Enumere los elementos básicos que componen un telescopio astronómico y los que componen un anteojo de Galileo, indique qué función cumple cada uno de ellos. Calcule el aumento de cada telescopio.

19 Un anteojo astronómico utiliza como objetivo una lente convergente de 2 m de distancia focal y 10 cm de diámetro, y como ocular una lente convergente de 4 cm de distancia focal. Determine:

- (a) El aumento.
- (b) El tamaño de la primera imagen de la luna y el tamaño angular de la imagen final a través del telescopio. La luna subtende, a ojo desnudo, un ángulo de $31'$.