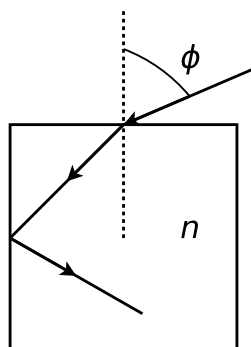


DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DE MOVIMIENTOS ONDULATORIOS

Fermat, Snell

- Si un rayo parte del punto $A = (0, 1, 0)$, se refleja en el espejo plano $(x, 0, z)$ y pasa por el punto $B = (4, 3, 0)$, averigüe en qué punto sobre el plano del espejo se refleja y los ángulos de incidencia y reflexión. Aplicar Fermat e interpretar físicamente las soluciones.
 - Un rayo directo entre A y B recorre un menor camino óptico que el hallado en (a), ¿es esto contradictorio?
- A partir del principio de Fermat deducir la ley de Snell para la refracción de la luz entre dos medios de índices n_1 y n_2 , separados por una superficie plana.
- Un rayo de luz llega a la interfase aire-líquido con un ángulo de 55° . Se observa que el rayo refractado se transmite a 40° . ¿Cuál es el índice de refracción del líquido?
 - Un haz de luz incide desde el aire ($n = 1$) sobre una lámina de vidrio de índice de refracción n_v desconocido y espesor d . Al otro lado del vidrio hay agua de índice de refracción 1,33. El ángulo de incidencia en la interfase aire-vidrio es 30° . Calcule el ángulo que el rayo refractado forma con la normal a la superficie en el agua.
 - Un rayo de luz, que se propaga en un medio cuyo índice de refracción es $n = 2$ incide formando un ángulo de 30° respecto a la normal a la superficie de separación, que la separa de otro medio de índice 1,5. Calcule el ángulo que forma el rayo transmitido con la normal a la superficie. Calcule el ángulo mínimo con el que debería incidir el rayo para que no se transmita nada.
- Demuestre que un rayo que incide sobre una lámina de caras paralelas, inmersa en un medio único, no se desvía al atravesarla. Calcule el desplazamiento lateral de dicho rayo, en términos de su espesor d y de su índice de refracción n .
 - Demuestre que el rayo que se refleja en la primera cara y el que emerge luego de reflejarse en la segunda son paralelos.
 - Si el medio exterior es único, ¿existe algún ángulo de incidencia tal que produzca reflexión total en la cara inferior?
- Un rayo incide con ángulo ϕ sobre la superficie horizontal de un cubo de material transparente, de índice n , inmerso en aire.



- ¿Para qué valores de ϕ hay reflexión total en la cara vertical?
- 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?

Prismas

6.
 - a) Calcule analíticamente el ángulo de desviación del prisma. Justifique por qué este valor es único. Haga un gráfico cualitativo de la desviación como función del ángulo de incidencia.
 - b) Calcule la desviación mínima para prismas delgados, en función de los datos constructivos.
 - c) Si el prisma es delgado y el ángulo de incidencia es pequeño, calcule la desviación.
7. Los índices de refracción de cierta clase de vidrio para el rojo y el violeta valen: 1,51 y 1,53; respectivamente. Halle los ángulos límites de reflexión total para rayos que incidan en la superficie de separación vidrio-aire. ¿Qué ocurre si un rayo de luz blanca incide formando un ángulo de 41° sobre dicha superficie?
8.
 - a) En un vidrio óptico común se propaga un haz de luz blanca, ¿qué componente viaja más rápido: la roja o la violeta?
 - b) ¿Para cuál de ambos colores será mayor la desviación en un prisma? ¿Qué puede decir del ángulo de desviación mínima? Justifique sus respuestas.

Dioptras

Dioptras Planas

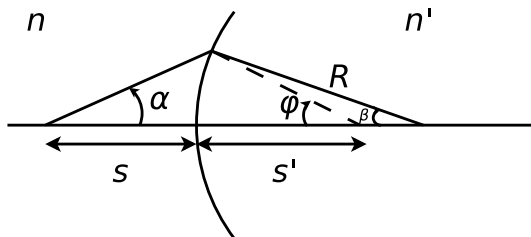
9.
 - a) Una moneda se encuentra en el fondo de un vaso que contiene agua hasta una altura de 5cm ($n_{\text{agua}} = 1,33$). Un observador la mira desde arriba, ¿a qué profundidad la ve?
 - b) El ojo de un buzo se encuentra a una profundidad de 4m en un pozo cilíndrico de 3m de radio. El ojo del buzo está ubicado en el eje del pozo. El pozo se encuentra lleno de agua ($n_{\text{agua}} = 1,33$). Determine cuál es la máxima distancia (x) a la que puede colocarse su ayudante, (de 2m de altura) ubicado en tierra para que el buzo lo vea.
10.
 - a) Demostrar que un haz homocéntrico (haz luminoso en el cual todos los rayos pasan por un mismo punto) de pequeña abertura que incide casi normal sobre una dioptra plana, da lugar a otro haz homocéntrico. Considere los casos de objetos reales y virtuales.
 - b) Estimar la máxima abertura de un haz homocéntrico, para que la posición de la imagen, formada por una única superficie plana, quede determinada con un error del 2%.

Dioptras Esféricas

11.
 - a) Haciendo uso de la figura, de la ley de Snell y del hecho de que en la aproximación paraxial $\alpha \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha$ (lo mismo pasa con β y φ) obtenga la ecuación de las dioptras esféricas, que establece lo siguiente:

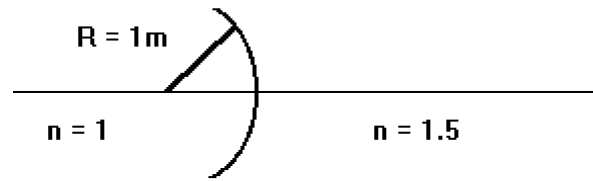
$$\frac{n'}{s'} + \frac{n}{s} = \frac{(n' - n)}{R}$$

Discuta el signo de la expresión a la izquierda, asociándolo con la convención de signos que se utilice.

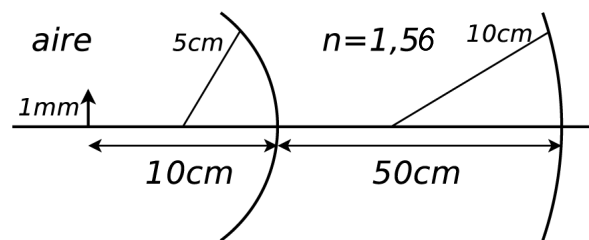


- b) ¿Cuándo una dioptra esférica es convergente/divergente? Realice los gráficos s' vs s para ambos casos y analice a partir de él para qué posiciones de los objetos reales las imágenes son reales o virtuales, directas o invertidas y lo mismo para objetos virtuales

- c) ¿Pueden ser iguales las dos distancias focales de una dioptra?. Justifique su respuesta.
- d) En una dioptra esférica como la de la figura, ¿dónde debe colocarse un objeto para que la imagen sea directa?. Justifique su respuesta con los gráficos s' vs s del punto b). ¿Cómo cambia su respuesta si se invierte la relación de índices? Realice el trazado de rayos para ambos casos.

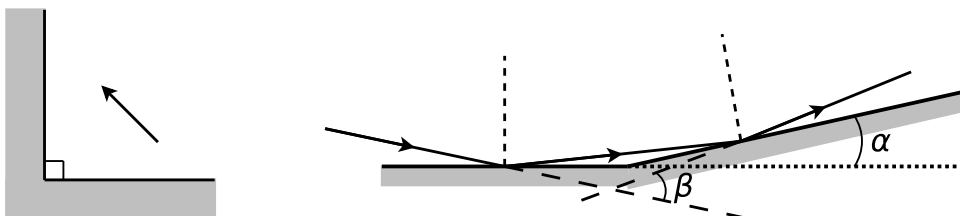


12. Una barra de material plástico transparente de la forma y dimensiones de la figura (el índice de refracción es 1,56), es iluminada por una rendija de $1mm$. Determine si las dioptras son convergentes o divergentes y las distancias focales de las mismas. Calcule la posición y tamaño de la imagen formada por cada una de las dioptras, y especificar si son reales o virtuales. Hacer un trazado de rayos a escala.



Espejos

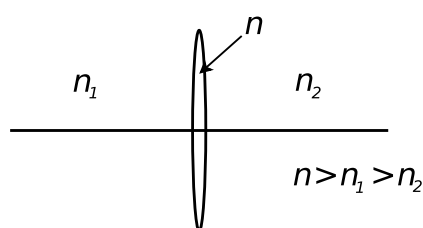
13. a) Demuestre que la imagen dada por un espejo plano de una fuente puntual es, sin ninguna aproximación, otra fuente puntual, ubicada simétricamente respecto del plano del espejo. Analice los casos que corresponden a objetos reales o virtuales.
- b) Calcule el tamaño mínimo de un espejo plano vertical para que una persona de pie, cuya altura es de $1,8m$ y cuyos ojos están a $1,6m$ del piso, se vea completo. ¿Es importante la distancia objeto-espejo?
14. a) Haga un esquema de un diagrama de rayos localizando las imágenes de la flecha que se muestra en la figura de la izquierda. Para un punto de la flecha dibuje una porción del frente de ondas emergente y los correspondientes frentes reflejados.



- b) Dos espejos planos forman un ángulo α como lo indica la figura de la derecha.
- 1) Un rayo de luz contenido en un plano perpendicular a la intersección de los espejos incide sobre uno de ellos, se refleja e incide en el otro (ver figura). Calcule el ángulo que forman los rayos incidente y emergente.
 - 2) Suponga la misma geometría que en 1) pero ahora iluminada por una fuente puntual, demuestre que las imágenes se encuentran sobre una circunferencia con centro en el vértice de los espejos. En el caso en que la fuente está ubicada de tal modo que sólo se producen dos imágenes, y que el ángulo es muy pequeño, calcule la distancia entre ellas (espejos de Fresnel).

Lente delgada

15. a) A partir de la ecuación de la dioptra, considerando dos dioptras esféricas tal que la separación entre ellas sea mucho menor que las restantes longitudes involucradas, deduzca la ecuación para las lentes delgadas.
- b) Analice de qué depende la convergencia o divergencia de una lente.
- c) Grafique s' vs s para lentes convergentes y divergentes, analice el aumento y la posición de los objetos (en particular objeto en el foco y objeto en infinito) y de las imágenes.
- d) ¿Pueden ser iguales (en módulo) los focos de una lente?
- e) Demuestre que la menor distancia objeto–imagen es $4f$, si la lente está inmersa en un único medio.
- f) Dibuje los frentes de onda incidente, refractado por la primer dioptra y refractado por la segunda.
16. a) Determine la distancia focal de una lente plano–cóncava ($n = 1,5$) cuyo radio de curvatura es 10 cm. Determine su potencia en dioptrías.
- b) Se tiene una lente biconvexa con $R_1 = R_2 = 10$ cm, construida con un vidrio de índice 1,5. Se la usa con aire a un lado de la misma y con un líquido de índice 1,7 al otro lado. ¿Cuánto valen las distancias focales? ¿Es convergente o divergente? Responda las mismas preguntas si: i) está inmersa sólo en aire, ii) está inmersa en el medio de índice 1,7.
17. a) Se coloca un objeto a 18 cm de una pantalla, ¿en qué puntos entre la pantalla y el objeto se puede colocar una lente delgada convergente de distancia focal 4 cm, para que la imagen del objeto esté sobre la pantalla? ¿Qué diferencia hay entre ubicarla en una u otra posición?
- b) Un objeto se halla a distancia fija de la pantalla. Una lente delgada convergente, de distancia focal 16 cm, produce imagen nítida sobre la pantalla cuando se encuentra en dos posiciones que distan entre sí 60 cm. ¿Cuál es la distancia objeto–pantalla?
18. Halle la distancia focal de una lente sumergida en agua, sabiendo que su distancia focal en el aire es de 20 cm. El índice de refracción del vidrio de la lente es 1,6.
19. 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. Exprese el resultado en función de la distancia focal objeto y de los índices de refracción.



20. 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. ¿Cuál es el aumento? La imagen ¿es real o virtual, es directa o invertida?

Instrumentos ópticos

21. El punto más cercano que el ojo humano puede enfocar (función que cumple el cristalino) se conoce como punto próximo, que para un adulto de visión normal es de 25 cm. La máxima distancia a la que el ojo puede enfocar se denomina punto remoto; para adultos de visión normal ésta es prácticamente infinita.

- a) ¿Cuánto cambia la distancia focal del sistema lente-córnea si el objeto se mueve desde infinito hasta el punto próximo (25cm)? Asumir que todo el foco se produce en el sistema lente-córnea y que la distancia de la córnea a la retina es de 2,5cm.
- b) El punto próximo del ojo de una persona está a 75cm. Usando anteojos (a una distancia despreciable del ojo, el punto próximo del sistema antejo-ojo es de 25cm. Calcular la potencia y el aumento lateral de la imagen formada por la lente antejo. ¿Qué produce una imagen más grande en la retina: el objeto visto sin anteojos a 75cm, o el objeto visto con anteojos a 25cm del ojo? Realizar un diagrama y trazado de rayos correspondiente.
- c) Un ojo miope tiene el punto remoto situado a 5m, es decir no ve con nitidez más allá de esa distancia. ¿Qué tipo de lente debe usar para corregir este defecto? ¿Cuánto debe valer la distancia focal y la potencia de la lente?
22. a) Determine el radio de curvatura de una lupa equiconvexa ($n = 1,5$) para que su aumento sea 10X. ¿Dónde se encuentra la imagen, y el objeto?
- b) Calcule el aumento de la lupa descrita en (a) cuando la imagen se encuentra a la distancia de visión clara (25cm). Discuta las ventajas y desventajas de esta opción (leer encabezado del problema anterior).
23. Un microscopio consta de un objetivo de 4mm de distancia focal y de un ocular de 30mm de distancia focal. La distancia entre el foco imagen del objetivo y el foco objeto del ocular es $g = 18\text{cm}$. Calcule:
- a) ¿A qué distancia del ocular debe estar la imagen formada por el objetivo para que la imagen resultante se forme a la distancia de visión óptima (*ojo tenso*)?
- b) La distancia objeto-objetivo.
- c) La magnificación del microscopio.
- d) Repetir los ítems anteriores si el dispositivo se utiliza a *ojo relajado*.