

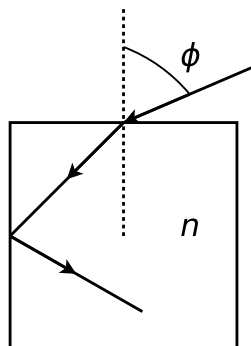
DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DE MOVIMIENTOS ONDULATORIOS

Propagación de ondas en medios en más de 1 dimensión

- *Demostrar que para la ecuación de Klein-Gordon en tres dimensiones vale la relación de dispersión $\omega^2 = \omega_p^2 + v^2 k^2$
 - *Hallar las frecuencias típicas del plasma de la ionosfera, de los semiconductores y de los metales. Indicar la región del espectro electromagnético a la que pertenecen. ¿Qué densidad de electrones haría falta para hacer un espejo para rayos X?
- *Demostrar que $f(\hat{n}\vec{r} - ct)$ es solución de la ecuación de ondas clásica, donde \hat{n} es un versor constante en la dirección de propagación de la onda.

Ley de Sahl-Snell

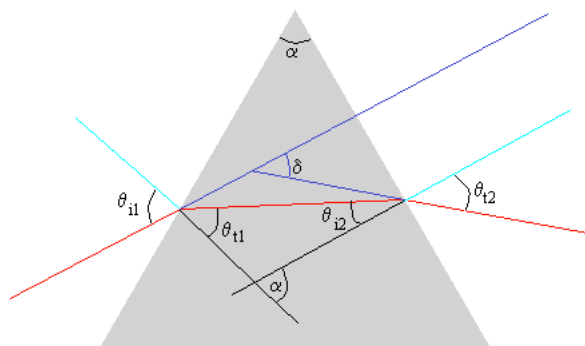
- Un rayo de luz llega a la interfase aire-líquido con un ángulo de 55° . Se observa que el rayo refractado se transmite a 40° . ¿Cuál es el índice de refracción del líquido?
 - Un haz de luz incide desde el aire ($n = 1$) sobre una lámina de vidrio de índice de refracción n_v desconocido y espesor d . 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

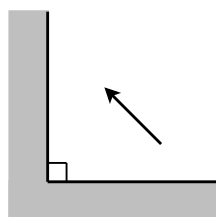
6. *Dado un prisma de ángulo α . Se define el ángulo de desviación del prisma como el ángulo entre la dirección del rayo incidente y el transmitido final.
- a) Calcule analíticamente el ángulo de desviación mínima del prisma. Justifique por qué este valor es único. Haga un gráfico cualitativo de la desviación como función del ángulo de incidencia.
Sugerencia:
Escriba y use las ecuaciones para la suma de los ángulos de s :
- 1) El triángulo formado por el rayo transmitido 1-dentro del prisma- y los bordes superiores del prisma.
 - 2) El triángulo formado por el rayo transmitido 1 y las prolongaciones del rayo incidente 1 y el rayo transmitido 2.
- Utilice la ley de Snell para despejar los ángulos en términos del ángulo de incidencia y el índice de refracción. Recuerde que los ángulos se miden desde la normal de la superficie en la que incide.
- 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.



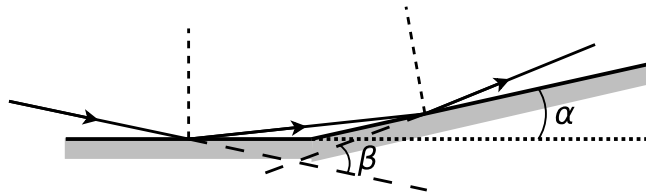
7. a) En un vidrio óptico común se propaga un haz de luz blanca, ¿qué componente viaja más rápido: la roja o la violeta?
- b) ¿Para cuál de ambos colores será mayor la desviación en un prisma? ¿Qué puede decir del ángulo de desviación mínima? Justifique sus respuestas.

Espejos Planos

8. 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?
9. Haga un esquema de un diagrama de rayos localizando las imágenes de la flecha que se muestra en la figura. Para un punto de la flecha dibuje una porción del frente de ondas emergente y los correspondientes frentes reflejados.



10. * Dos espejos planos forman un ángulo α como lo indica la figura.



- a) 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.
- b) Suponga la misma geometría que en (a) 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).

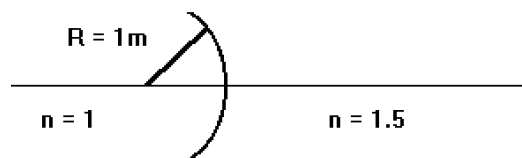
Dioptras

Dioptras Planas

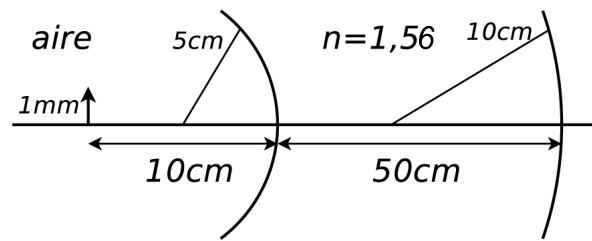
11. Una moneda se encuentra en el fondo de un vaso que contiene agua hasta una altura de 5 cm ($n_{\text{agua}} = 1,33$). Un observador la mira desde arriba, ¿a qué profundidad la ve?
12. El ojo de un buzo se encuentra a una profundidad de 4m en un pozo cilíndrico de 3m de radio. El ojo del buzo está ubicado en el eje del pozo. El pozo se encuentra lleno de agua ($n_{\text{agua}} = 1,3$). 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.

Dioptras Esféricas

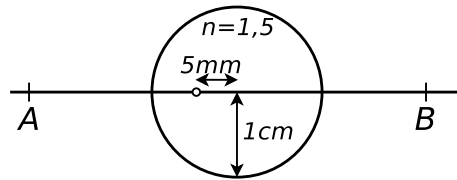
13. a) ¿Cuándo una dioptra esférica es convergente/divergente? Realice los gráficos s' vs s para ambos casos y analice a partir de él para qué posiciones de los objetos reales las imágenes son reales o virtuales, directas o invertidas y lo mismo para objetos virtuales
- b) ¿Pueden ser iguales las dos distancias focales de una dioptra?. Justifique su respuesta.
- c) En una dioptra esférica como la de la figura, ¿dónde debe colocarse un objeto para que la imagen sea directa?. Justifique con los gráficos s' vs s del punto anterior su respuesta. ¿Cómo cambia su respuesta si se invierte la relación de índices? Realice el trazado de rayos para ambos casos.



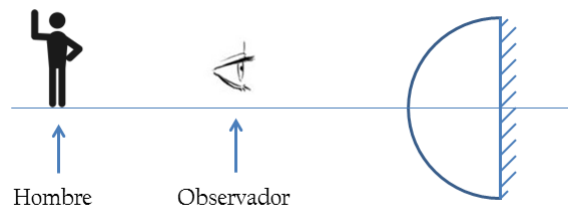
14. Una barra de material plástico transparente de la forma y dimensiones de la figura (el índice de refracción es 1,56), es iluminada por una rendija de 1mm. Determine si las dioptras son convergentes o divergentes y las distancias focales de las mismas. Calcule la posición y tamaño de la imagen formada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



15. La esfera de vidrio de la figura, de 1 cm de diámetro, contiene una pequeña burbuja de aire desplazada 0,5 cm de su centro. Hallar la posición y el aumento de la burbuja cuando se la observa desde A y cuando se la observa desde B .



16. Un observador mira hacia la semiesfera espejada de la figura. El radio de la semiesfera es 5 m. A qué distancia y de qué tamaño verá al hombre de 1,5 m de altura que se encuentra a 1 m detrás de él. El observador está a 1 m de la semiesfera. El índice del vidrio es 1,5.



Espejos Esféricos

17. Considere la ecuación de espejos esféricos

- ¿Cómo se modifica la distancia focal de un espejo esférico si se lo sumerge en agua?
- Un espejo esférico cóncavo produce una imagen cuyo tamaño es el doble del tamaño del objeto, siendo la distancia objeto–imagen de 15 cm. Calcule la distancia focal del espejo.

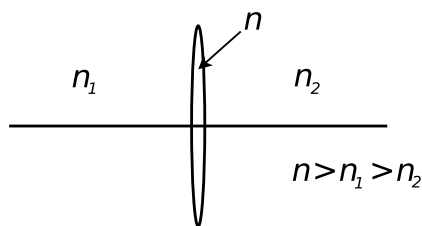
18. Una esfera maciza de radio R e índice de refracción 1,5 ha sido espejada en una mitad de su superficie. Se coloca un objeto sobre el eje de la esfera a distancia $2R$ del vértice de la semiesfera no espejada. Hallar:

- La imagen final, en forma analítica, luego de todas las refracciones y reflexiones que hayan tenido lugar.
- El aumento y las características de la imagen final.
- Ídem (a) mediante trazado de rayos.

19. a) Al mirarse en la concavidad de una cuchara sopera esférica, una persona a 25 cm de distancia ve su imagen reflejada con un aumento de $-0,064$. Calcule el radio de curvatura de la cuchara.
- b) La nariz de un lector está a 20 cm de un espejo esférico convexo de 100 cm de radio, i) Diga sin hacer cálculos ni trazados de rayos, las características de la imagen entre qué posiciones estará ubicada ii) Calcule la posición de su imagen iii) Verifique analíticamente las características de la misma. iv) Haga el trazado de rayos a escala.

Lente delgada

20. 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.
- 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.
21. A simple vista la luna subtende un ángulo de $31'08''$. ¿Cuál es el tamaño de la imagen de la luna, a través de una lente convergente de distancia focal 1 m? (Nota: estime o busque la distancia luna-tierra)
22. 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?
23. 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.
24. 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.



25. a) 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?. Resuélvalo también geoméricamente.
- b) Repita el punto (a) pero suponiendo que el objeto está ubicado a 3cm a la izquierda de la primera lente.
26. 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?