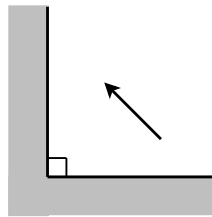
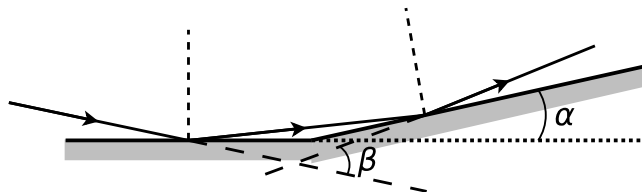


## Espejos

- 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.
  - ¿Cuál es la mínima longitud de un espejo plano vertical para que un hombre de 1.8 m de estatura vea su cuerpo entero reflejado? ¿Es importante conocer la distancia hombre-espejo?
- 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.



- Dos espejos planos forman un ángulo  $\alpha$  como lo indica la figura.

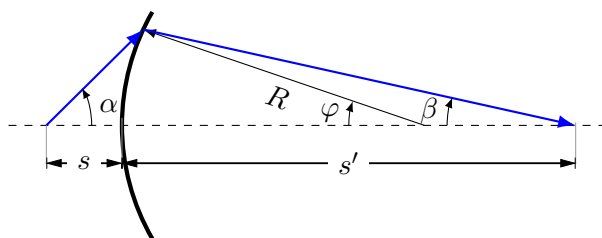


- Un rayo de luz contenido en un plano perpendicular a la intersección de los espejos incide sobre uno de ellos, se refleja e incide en el otro (ver figura). Calcule el ángulo de desviación del rayo emergente respecto al incidente ( $\beta$ ).
- Suponga la misma geometría que en (a) pero ahora iluminada 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

- Demuestre que un haz homocéntrico (i.e., esférico) de pequeña abertura que incide casi normal sobre una dioptra plana, da lugar a otro haz homocéntrico. Considere los casos de objetos reales (el haz proviene de una fuente puntual) y virtuales (el haz converge hacia un punto).

- b) Una moneda se encuentra en el fondo de un vaso que contiene agua hasta una altura de 5 cm ( $n_{\text{agua}} = 1.333$ ). Un observador la mira desde arriba, ¿a qué profundidad la ve?
- c) 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%.
- d) Usando los resultados anteriores, demuestre que un haz homocéntrico de pequeña abertura, al atravesar una lámina de caras paralelas, da lugar, en primera aproximación, a otro haz homocéntrico. Halle la posición de las sucesivas imágenes.
5. Haciendo uso de la figura, de la ley de Ibn Sahl-Snell y del hecho de que en la aproximación paraxial  $\alpha \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha$  (lo mismo pasa con  $\beta$  y  $\varphi$ ):

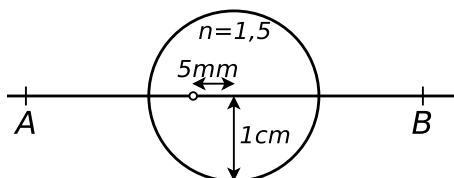


- a) Obtenga la ecuación de las dioptras esféricas, que establece lo siguiente:

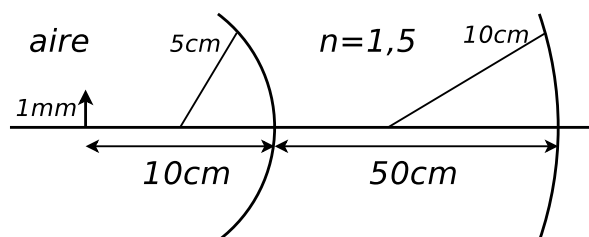
$$\frac{n'}{s'} \mp \frac{n}{s} = \frac{(n' - n)}{R}$$

Discuta el doble signo, asociándolo con la convención de signos que se utilice (Newton o Descartes).

- b) A partir de un gráfico de  $s'$  vs  $s$ , analice para qué posiciones de los objetos reales las imágenes son reales o virtuales, directas o invertidas y lo mismo para objetos virtuales. Analice todos los casos posibles para dioptras convergentes y divergentes. ¿Cómo determinaría los focos a partir del gráfico?
- c) ¿Pueden ser iguales las dos distancias focales de una dioptra? ¿Depende su respuesta de la convención de signos empleada?
6. 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.



7. Calcular la posición y tamaño de la imagen formada por cada una de las dioptras, y especificar si son reales o virtuales para el caso de la figura. Hacer un trazado de rayos a escala.



8. a) Partiendo de la ecuación de las dioptras, obtenga la ecuación de los espejos esféricos.
- b) ¿Cómo se modifica la distancia focal de un espejo esférico si se lo sumerge en agua? ¿Y en otro medio diferente?
- c) Calcule la distancia focal de un espejo esférico cóncavo, sabiendo que produce una imagen cuyo tamaño es el doble del tamaño del objeto, siendo la distancia objeto–imagen de 15 cm.

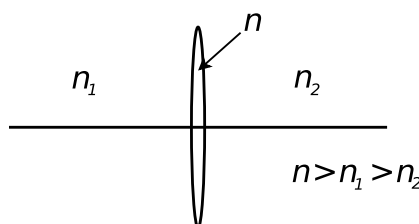
## Lentes delgadas

9. 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? En ese caso, ¿representan el mismo punto en el espacio? ¿Qué interpretación tiene una distancia focal negativa en cada convención de signos?
  - 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 primera dioptra y refractado por la segunda.
10. Determine:
    - la posición de los focos objeto e imagen.
    - la potencia óptica en dioptrías  $\mathcal{D} = \frac{1}{f}$ , con  $f$  expresada en m.
    - El aumento  $M$  expresado popularmente en unidades de  $\times$  (e.g.  $4\times$ ), como  $M = 0.25m\mathcal{D} + 1$ .

para los siguientes casos:

- a) Lente plano–cóncava ( $n = 1.5$ ) cuyo radio de curvatura es 10 cm. Determine su potencia en dioptrías.
- b) Lente de vidrio ( $n = 1.6$ ) sumergida en agua, sabiendo que su distancia focal en el aire es de 20 cm.
- c) Lente biconvexa con  $R_1 = R_2 = 10$  cm, construida con un vidrio de índice 1.5, inmersa entre aire de un lado y un líquido de índice 1.7 del otro.
- d) Misma lente que en el caso anterior si i) está inmersa sólo en aire, ii) está inmersa en el medio de índice 1.7. Discuta cómo se modifica la convergencia en cada caso.

11. 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?
12. Considere una lente inmersa en dos medios diferentes como se indica en la figura



- a) Determine la posición del foco objeto y del foco imagen.
- b) Verifique las reglas de trazado de rayos para rayos que atraviesan alguno de los focos.
- c) 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.
13. 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

14. a) Determine el radio de curvatura de una lupa equiconvexa ( $n = 1.5$ ) para que su aumento sea  $10\times$ . ¿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. Discuta las ventajas y desventajas de esta opción.
15. Un microscopio consta de un objetivo de 4 mm de distancia focal y de un ocular de 30 mm 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.
- b) La distancia objeto–objetivo.
- c) Sabiendo que el microscopio no cuenta con diafragmas adicionales, y que la pupila de salida debe ser real, y del mismo diámetro aproximado que la pupila del ojo ( $\approx 12$  mm), discuta cuál de las dos lentes debe ser el diafragma de apertura, cuál debe ser su diámetro y en qué posición se halla la pupila de salida.
- d) Discuta en qué posiciones colocaría un diafragma de campo, y si esta introducción modifica o no la determinación del diafragma de apertura.
16. Un anteojito 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 eficaz.
  - b) Las características de la primer imagen de la luna y de la imagen final a través del telescopio. La luna subtiende, a ojo desnudo, un ángulo de  $31'$ .
  - c) El largo total del tubo.
  - d) El mínimo diámetro del ocular para que el objetivo sea diafragma de apertura. (Recordar que la luna no es puntual, y por ende hay puntos objeto extra-axiales).
  - e) Suponiendo que el diámetro del ocular sea de 4 cm, la posición y el tamaño de la pupila de salida.
  - f) La posición en que debe colocarse el ojo.
  - g) La posición en que debe colocarse, de ser posible, un diafragma de campo.
  - h) El mínimo diámetro del posible diafragma de campo para que la imagen de la luna se vea completa