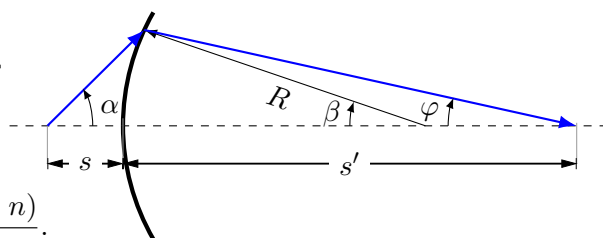


## LENTE

Los ejercicios con (\*) entrañan una dificultad adicional. Son para investigar después de resolver los demás.

## Dioptra

- (\*) Demostrar que un haz homocéntrico 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.
  - 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?
  - (\*) 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 %.
- (\*) Usando los resultados del problema anterior 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.
- Analice la figura con la ley de Ibn Sahl - Snell haciendo uso de la aproximación paraxial  $\alpha \approx \sin(\alpha) \approx \tan(\alpha)$  (lo mismo pasa con  $\beta$  y  $\varphi$ )



- Obtenga la ecuación de las dioptras esféricas

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

Discuta el doble signo, asociándolo con la convención de signos que se utilice.

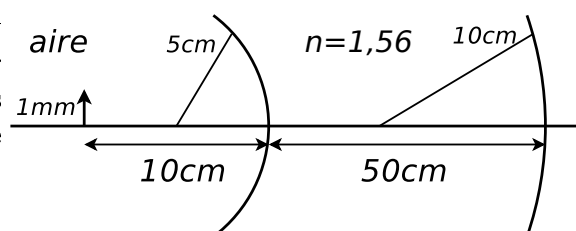
- ¿Cuándo una dioptra esférica es convergente/divergente? Realice los gráficos de  $s'$  vs.  $s$  para ambos casos. Analice a partir de los mismos para qué posiciones de los objetos son reales o virtuales las imágenes, si son directas o invertidas, y lo mismo para objetos virtuales.
- ¿Pueden ser iguales las dos distancias focales de una dioptra? Justifique su respuesta.

## Espejo curvo

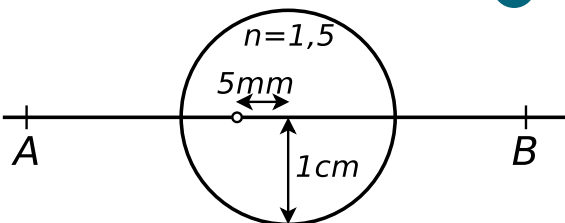
- (\*) Partiendo de la ecuación de las dioptras obtenga la ecuación de los espejos esféricos.
  - ¿Cómo se modifica la distancia focal de un espejo esférico si se lo sumerge en agua?
  - Un espejo esférico cóncavo produce una imagen cuyo tamaño es el doble del tamaño del objeto, siendo la distancia objeto-imagen de 15 cm. Calcule la distancia focal del espejo.
- (\*) 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.

## Doble dioptra

- (\*) Una barra de material plástico transparente de la forma y dimensiones de la figura, es iluminada por una rendija. Calcular la posición y tamaño de la imagen formada por cada una de las dioptras, y especificar si son reales o virtuales. El índice de refracción es 1,56. Hacer un trazado de rayos a escala.

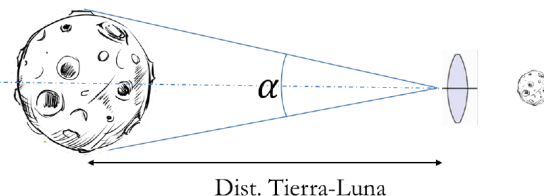


7. (\*) La esfera de vidrio de la figura, de 1 cm de radio, contiene una pequeña burbuja de aire desplazada 0,5 cm de su centro. Hallar la posición y el aumento de la burbuja cuando se la observa desde  $A$  y desde  $B$ .

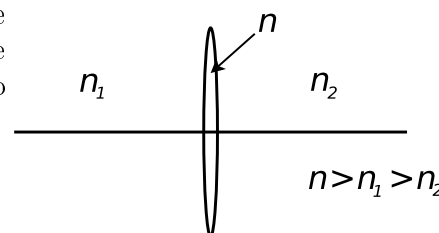


## Lente delgada

8. 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 la posición de la imagen  $s'$  vs. la del objeto  $s$  para lentes convergentes y divergentes. Analice el aumento en función de  $s$ , en particular cuando está en el foco  $s = f$  y cuando  $s \rightarrow -\infty$ .  
 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.
9. Determine la distancia focal  $f$  de una lente plano-cóncava ( $n = 1,5$ ) cuyo radio de curvatura es 10 cm. Determine su potencia en dioptrías, o poder dióptrico, que se define como  $\mathcal{D} = \frac{1}{f}$  si  $f$  está expresada en m. Calcule el aumento  $M$  expresado popularmente en unidades de X (e.g. 4X), como  $M = 0,25 m\mathcal{D} + 1$ .
10. 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:
- está inmersa sólo en aire,
  - está inmersa en el medio de índice 1,7.
11. El ancho de la Luna cubre  $31'8''$  del campo visual humano promedio. ¿Cuál es el tamaño de la imagen de la luna, a través de una lente convergente de distancia focal 1 m?



12. 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?
13. 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.
14. 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.



15. (\*) Demostrar que:

- a) Si un sistema óptico forma imágenes geoméricamente perfectas, todos los rayos que conectan puntos conjugados recorren el mismo camino óptico. Utilice el principio de Fermat.



- b)* Si una lente delgada forma imágenes perfectas sólo en la aproximación paraxial, la diferencia de caminos ópticos entre dos rayos cualesquiera que conectan puntos conjugados y que en todo punto disten menos que  $y$ , es de orden superior a  $y^2$ .
16. *a)* Determine el radio de curvatura de una lupa equiconvexa ( $n = 1,5$ ) para que su aumento sea  $10\times$ , es decir que al ojo aparenta ser 10 veces mayor que su tamaño real. ¿Dónde se encuentra la imagen, y el objeto?
- b)* Calcule el aumento de esta lupa cuando la imagen se encuentra a la distancia de visión clara (20 cm). Discuta las ventajas y desventajas de esta opción.