1. **(Andalucía, Jun. 2016)** Un rayo de luz con una longitud de onda de 300 nm se propaga en el interior de una fibra de vidrio, de forma que sufre reflexión total en sus caras. a) Determine para qué valores del ángulo que forma el rayo luminoso con la normal a la superficie de la fibra se producirá reflexión total si en el exterior hay aire. Razone la respuesta. b) ¿Cuál será la longitud de onda del rayo de luz al emerger de la fibra óptica? c = 3 $\cdot 10^8$ m s^{-1} ; n_{vidrio} = 1,38 ; n_{aire} = 1

   Solución: a) Aplicando la ley de Snell:

$$\frac{\text{sen}\, \alpha_i}{\text{sen}\, 90^{\text{o}}} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1,38} \longrightarrow \alpha_i = 46,44^{\text{o}}$$

   b) La frecuencia de una radiación no varía al producirse un cambio en el medio de propagación. La frecuencia de la radiación será:

$$\nu = \frac{c/n}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8/1,38}{3 \cdot 10^{-7}} = 7,24 \cdot 10^{14}\, \text{s}^{-1}$$

   La longitud de onda en el aire será:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8}{7,24 \cdot 10^{14}} = 4,14 \cdot 10^{-7}\, \text{m}$$

2. (**Aragón, Jun. 2016**.) Disponemos de una lente cuya distancia focal imagen es f ’ = −20 cm. a) Calcule la potencia de la lente. b) Determine la posición y tamaño de la imagen de un objeto de 5 cm de altura cuando se coloca a 30 cm de la lente. c) Compruebe gráficamente sus resultados mediante un trazado de rayos.

   Solución: a) La potencia de la lente es igual a la inversa de la distancia focal imagen (expresada en metros), por lo que podemos poner:

$$P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-0,2} = -5\, \text{dioptrías}$$

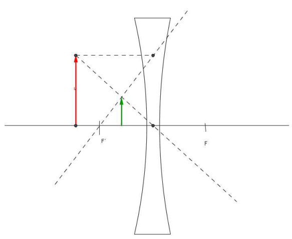
   b) La posición de la imagen se obtiene aplicando la ecuación general de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f'} \rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{-0,3} + \frac{1}{-0,2} \qquad s' = -0,26\, \text{m}$$

   El tamaño de la imagen se calcula aplicando la ecuación del aumento lateral:

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \longrightarrow y' = \frac{5(-0,26)}{-0,3} = 4,33\, \text{cm}$$

   c)



3. **(Aragón, Sept. 2016)** Un espejo de aumento es un espejo esférico cóncavo que se utiliza para obtener una imagen virtual y aumentada de los objetos. Cuando colocamos un objeto de 0,5 cm de altura a 10 cm del espejo, produce una imagen virtual a 20 cm del espejo. a) ¿Qué tamaño tendrá la imagen? b) Calcule el radio de curvatura del espejo. c) Dibuje el trazado de rayos correspondiente a la situación descrita.

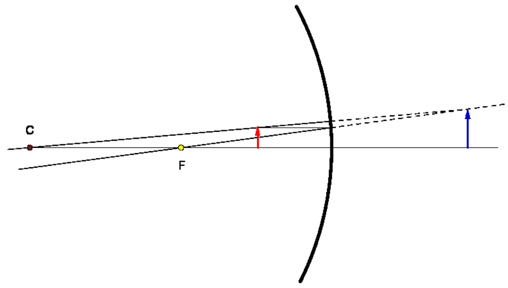
Solución: Al ser virtual la imagen, ésta se encontrará en la parte derecha del espejo, cono lo que $s' = 20$ cm.
a) El tamaño de la imagen se calcula aplicando:

$$y' = -\frac{y \cdot s'}{s} = \frac{-0,5 \cdot 20}{-10} = 1\,\mathrm{cm}$$

b) Para calcular el radio de curvatura:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} \longrightarrow \frac{1}{-10} + \frac{1}{20} = \frac{2}{R} \quad \text{con lo que}: \ \mathrm{R} = -40\,\mathrm{cm}$$

c) El diagrama de rayos es el siguiente:



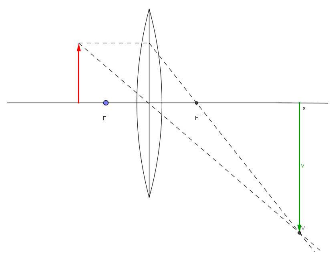
4. (**Asturias, Jun. 2016**.) Un objeto de 2 cm de altura está situado a 30 cm de una lente convergente de 20 cm de distancia focal. a) Calcular la posición y el tamaño de la imagen. b) Representa gráficamente la imagen mediante el trazado de rayos.

Solución: a)

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f'} \longrightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{0,2} - \frac{1}{0,3} \quad s' = 0,6\,\mathrm{m}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \longrightarrow y' = \frac{2 \cdot 0,6}{-0,3} = -4\,\mathrm{cm}$$

b)



5. (**Asturias, Jun. 2016**.) Un rayo de luz de 630 nm de longitud de onda entra desde el aire en el agua, cuyo índice de refracción es 1,33. a) Determina la velocidad del rayo en el agua. b) Calcula la frecuencia y la longitud de onda en el agua. Dato: Velocidad de la luz en el aire c $=3{\cdot}10^8$ m/s; índice de refracción del aire n=1.

Solución: a) El índice de refracción es: n = c/v, por lo que, despejando:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,33} = 2,25 \cdot 10^8\,\mathrm{m/s}$$

b) la frecuencia del rayo luminoso no varía al cambiar el medio de propagación ,por lo que:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{6,3 \cdot 10^{-7}} = 4,76 \cdot 10^{14}\,\mathrm{s}^{-1}$$

La nueva longitud de onda será:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{2,25 \cdot 10^8}{4,76 \cdot 10^{14}} = 4,72 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{m}$$

6. **(Asturias, Jul. 2016)** Un haz de luz que viaja por el aire (medio 1) incide sobre una material cuyo índice de refracción se desconoce (medio 2). El haz reflejado forma un ángulo de 30º con la normal a la superficie de separación de ambos medios y el refractado un ángulo de 20º con la misma. a) Calcula el índice de refracción del material y la velocidad de la luz en él. b) Explica qué es el ángulo de incidencia límite y determina su valor en el caso que el haz luminoso incida desde el segundo medio hacia el aire. Datos: Índice de refracción del aire n = 1; velocidad de la luz en el vacío c = $3{\cdot}10^8$ m/s.

Solución: a) De los datos del enunciado se desprende que el ángulo de incidencia es de 30º y el de refracción, 20º. Aplicando la ley de Snell:

$$\frac{\operatorname{sen} 30^{\circ}}{\operatorname{sen} 20^{\circ}} = \frac{n_2}{1} = 1,46$$

Por tanto, el índice de refracción del segundo medio es n_2= 1,46. La velocidad de la luz en este medio es:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,46} = 2,05 \cdot 10^8\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1}$$

b) El ángulo límite es aquel por encima del cual todo rayo procedente de un medio se refleja, sin abandonar dicho medio. para hallar el ángulo limite pedido, tendremos:

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha_i}{\operatorname{sen} 90^{\circ}} = \frac{1}{1,46} \longrightarrow \alpha_i = 43,23^{\circ}$$

7. **(Baleares, Jun. 2016)** Considere una lente convergente de 10 cm de distancia focal y dos objetos situados a 15 cm y 5 cm respectivamente de la lente: a) Determine, para ambos objetos la distancia imagen y diga si la imagen es real o virtual. b) Determine el aumento lateral y diga si la imagen es derecha o invertida. c) Explique, en cada caso, donde hemos de colocar el ojo para observar la imagen directamente.

Solución: a) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas a cada una de las situaciones, tendremos:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f'} \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{1}{-15} - \dfrac{1}{s'} = -\dfrac{1}{10} \longrightarrow s' = 30\,\mathrm{cm} \\ \dfrac{1}{-5} - \dfrac{1}{s'} = -\dfrac{1}{10} \longrightarrow s' = -10\,\mathrm{cm} \end{array} \right.$$

En el primer caso, la imagen es real, mientras que en el segundo, es virtual.
b) Aplicando la ecuación:

$$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \left\{ \begin{array}{l} y' = -2y \rightarrow \text{imagen invertida} \\ y' = 2y \rightarrow \text{imagen derecha} \end{array} \right.$$

c) La imagen puede ser observada a simple vista en ambos casos. Bastará con colocar el ojo a una distancia mínima igual a la suma de la correspondiente al punto próximo del ojo con la correspondiente distancia imagen.

8. (**Canarias, Jun. 2016**) Los índices de refracción del aire y del diamante son 1,0 y 2,4, respectivamente. ¿Cuánto vale la velocidad de propagación de la luz en cada medio? ¿Cuánto vale el ángulo límite relacionado con el fenómeno de reflexión total? Datos: c =3·10^8 m/s

Solución:

$$v = \frac{c}{n} \longrightarrow \begin{cases} v_a = \frac{3\cdot 10^8}{1} = 3 \cdot 10^8 m/s \\ v_d = \frac{3\cdot 10^8}{2,4} = 1,25 \cdot 10^8 m/s \end{cases}$$

Aplicando la Ley de Snell:

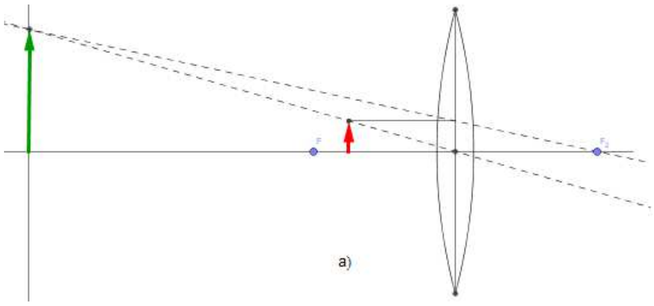
$$\frac{sen\,\alpha_i}{sen\,90^{o}} = \frac{n_2}{n_1} \longrightarrow sen\,\alpha_i = \frac{1}{2,4} \quad y \quad \alpha_i = 24,62^{o}$$

9. (**Cantabria, Jun. 2016**) Se dispone de una lente delgada convergente, de distancia focal 40 cm. Calcular, después de dibujar un esquema de trazado de rayos, la posición y la altura de la imagen formada por la lente si un objeto de 7 cm de altura se encuentra situado delante de ella a una distancia de 30 cm. b) Calcular, después de dibujar un esquema de trazado de rayos, la posición y la naturaleza de la imagen formada por la lente si un objeto de 5 cm de altura se encuentra situado delante de ella a una distancia de 60 cm.

Solución: a) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f'} \longrightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{0,4} - \frac{1}{0,3} \qquad s' = -1,2\,\text{m}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \longrightarrow y' = \frac{7 \cdot (-1,2)}{-0,3} = 28\,\text{cm}$$

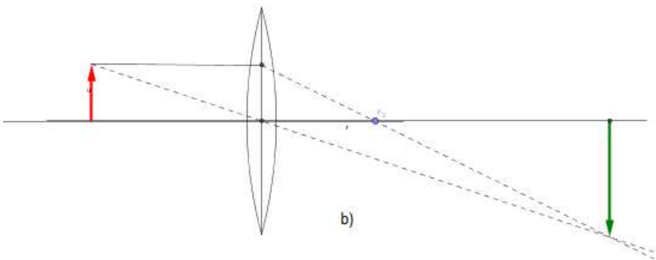


a)

b)

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f'} \longrightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{-0,6} + \frac{1}{04} \qquad s' = 1,2\,\text{m}$$

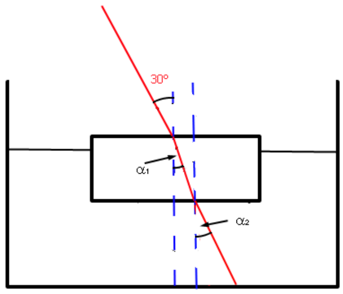
$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \longrightarrow y' = \frac{5 \cdot (1,2)}{-0,3} = -20\,\text{cm}$$



b)

10. (**Cantabria, Jun. 2016**) Una lámina horizontal de vidrio de índice de refracción 1.55 de caras plano-paralelas, con aire encima de ella, reposa sobre una capa de agua, de índice de refracción 1,33. Desde el aire, sobre la lámina de vidrio, incide un rayo de luz monocromática de longitud de onda 460 nm, con ángulo de incidencia de 30º. Determínese: a) El valor del ángulo que forma el rayo emergente de la lámina de vidrio hacia el agua con la normal a la misma. b) La longitud de onda de la luz que atraviesa el vidrio, sabiendo que la frecuencia de la luz incidente y la frecuencia de la luz refractada son iguales. Datos: 1 nm = 10^{-9} m.

Solución: El diagrama correspondiente al enunciado es el siguiente:



a) Aplicando por dos veces la Ley de Snell:

$$\frac{\text{sen}\,30^{\circ}}{\text{sen}\,\alpha_1} = \frac{1,55}{1} \longrightarrow \text{sen}\,\alpha_1 = \frac{\text{sen}\,30^{\circ}}{1,55} = 0,32$$

$$\frac{\text{sen}\,\alpha_1}{\text{sen}\,\alpha_2} = \frac{1,33}{1,55} \longrightarrow \text{sen}\,\alpha_2 = \frac{1,55 \cdot 0,32}{1,33} = 0,37 \quad \alpha_2 = 21,9^{\circ}$$

11. **(Castilla y León, Jun. 2016)** Un rayo que atraviesa un medio con índice de refracción n_1 incide en un medio con índice de refracción n_2. a) ¿Puede producirse el fenómeno de reflexión total siendo $n_1 < n_2$? Razone su respuesta. b) Un foco luminoso puntual está situado 5 m por debajo de la superficie de un estanque de agua (n_{agua}= 1,33). Halle el área del mayor círculo en la superficie del estanque a través del cual puede emerger directamente la luz que emite el foco.

Solución: a) No puede producirse este fenómeno si el índice de refracción del segundo medio es superior al del primero, pues, aplicando la ley de Snell:

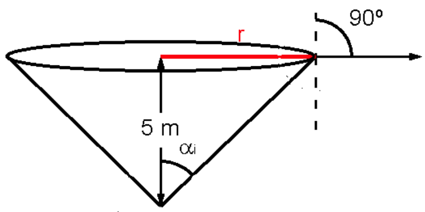
$$\frac{\text{sen}\,\alpha_i}{\text{sen}\,90^{\circ}} = \frac{n_2}{n_1}$$

Obteniéndose que $sen\,\alpha_i > 1$.

b) En primer lugar, calculamos el ángulo límite:

$$\frac{\text{sen}\,\alpha_i}{\text{sen}\,90^{\circ}} = \frac{n_2}{1,33} \quad \alpha_i = 48,75^{\circ}$$

Una representación gráfica de esta situación podría ser la siguiente:



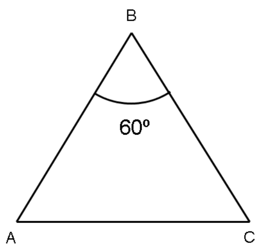
Para la cual podemos escribir lo siguiente:

$$5 = \mathrm{h}\cos 48,75 \longrightarrow \mathrm{h} = 7,58\,\mathrm{m}$$

$$r = \mathrm{h}\,\mathrm{sen}\,48,75 \longrightarrow \mathrm{r} = 5,70\,\mathrm{m}$$

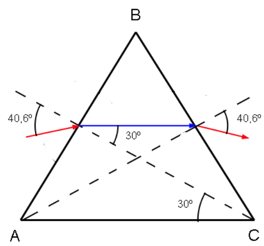
El área del círculo será: $\mathrm{S} = \pi \cdot 5,70^2 =$ **101,12 m^2**

12. **(Castilla y León, Sept. 2016)** Sobre un prisma de ángulo 60º, sumergido en aire (n = 1) como el de la figura, incide un rayo luminoso monocromático que forma un ángulo de 40,6º con la normal a la cara AB. En el interior del prisma el rayo es paralelo a la base AC.
a) Calcule el índice de refracción del prisma. b) Determine el ángulo que formará el rayo emergente



con la dirección del rayo incidente y realice el correspondiente trazado de rayos.

Solución: Para ver adecuadamente el ángulo que forma el rayo refractado con la normal, representaremos en primer lugar el diagrama de rayos.
Aplicando la Ley de Snell:



$$\frac{\mathrm{sen}\,40,6^{\circ}}{\mathrm{sen}\,30^{\circ}} = \frac{\mathrm{n}_2}{1} \longrightarrow n_2 = 1,30$$

b)

$$\frac{\mathrm{sen}\,30^{\circ}}{\mathrm{sen}\,\alpha_{\mathrm{r}}} = \frac{1}{1,30} \longrightarrow \alpha_r = 40,6^{\circ}$$

13. (**Extremadura, Jun. 2016**) Un objeto de 6 cm de altura está situado delante de un espejo convexo de 18 cm de radio de curvatura, a una distancia de 26 cm del mismo. Determina: a) La posición. b) El tamaño de la imagen. c) Características de la imagen. d) Haga un croquis de la formación de la imagen con la marcha de los rayos.

Solución: a) Aplicando la ecuación de los espejos:

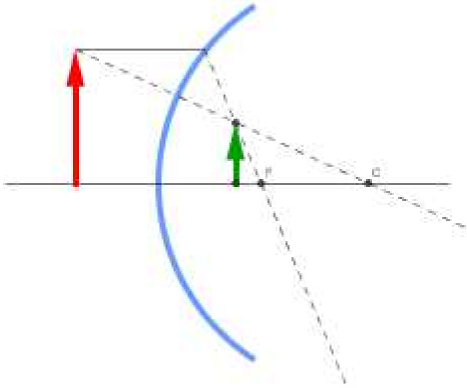
$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R}: \qquad \frac{1}{-0,26} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{0,18} \longrightarrow s' = 0,067\,\mathrm{m}$$

b) para hallar el tamaño de la imagen:

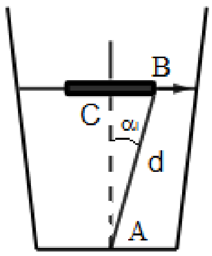
$$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \longrightarrow y' = \frac{-6 \cdot 0,067}{-0,26} = 1,54\,\mathrm{cm}$$

c) La imagen es virtual, derecha y menor

d) El diagrama de rayos es el siguiente:



14. (**La Rioja, Jun. 2016**) En el fondo de un recipiente lleno de agua hasta una altura de 10 cm hay un foco luminoso puntual. En la superficie del agua flota una lámina circular opaca, de manera que su centro se encuentra exactamente sobre el foco luminoso. ¿Qué diámetro mínimo debe tener la lámina para que a través de la superficie del agua no pueda salir ningún rayo luminoso? Índice de refracción del agua: 1,33.



Solución: El rayo luminoso procedente del fondo del recipiente debe experimentar una reflexión total para que no emerja ningún rayo luminoso. Así pues, aplicando la Ley de Snell:

$$\frac{sen\,\alpha_i}{sen\,90^{\text{o}}} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1,33} \longrightarrow sen\,\alpha_i = \frac{1}{1,33} \quad y \quad \alpha_i = 48,75^{\text{o}}$$

Para el triángulo ABC, se cumple:

$$d\,\cos\,48,75 = 0,1 \longrightarrow d = 0,133\,\text{m}$$

$$d\,\text{sen}\,48,75^{\text{o}} = \text{r} = 0{,}133{\cdot}\text{sen}\,48{,}75^{\text{o}} = 0,1$$

Por lo que el diámetro de la lámina sera: D = 2r = **0,2 m**

15. **(La Rioja, Jul. 2016)** Un rayo de luz roja cuya longitud de onda en el aire es $\lambda = 656,3$ nm, incide en un vidrio con un ángulo de incidencia $\theta_1 = 45^{\text{o}}$. Si el ángulo de refracción es θ_2 es 35^{o}, determinar la longitud de onda de dicho rayo en el vidrio.

Solución: La frecuencia de esta radiación (no varía con el medio de propagación) es:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{6,563 \cdot 10^{-7}} = 4,57 \cdot 10^{14}\,\text{s}^{-1}$$

El índice de refracción del segundo medio se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{\text{sen}\,45^{\circ}}{\text{sen}\,35^{\circ}} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_2}{1} \longrightarrow n_2 = 1,23$$

La velocidad de la luz en este segundo medio será:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,23} = 2,439 \cdot 10^8\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

La longitud de onda tiene el valor:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{2,439 \cdot 10^8}{4,57 \cdot 10^{14}} = 5,33 \cdot 10^{-7}\,\text{m}$$

16. **(La Rioja, Jul. 2016)** Un objeto de 3 cm de altura está situado por encima del eje de un esférico cóncavo. Este objeto crea una imagen a una distancia de 4 cm de dicho espejo. La distancia focal del objeto cóncavo es de 3 cm. Determinar: a) El radio de curvatura del espejo. b) La distancia del objeto al espejo. c) El tamaño de la imagen y su posición relativa en el eje.

    Solución: Los datos referidos al problema son los siguientes:

    $$y = 3\,\text{cm};\ \text{s}' = -4\ \text{cm};\ \text{f} = -3\ \text{cm}$$

    a) El radio de curvatura es el doble de la distancia focal, es decir, R = **-6 cm**.
    b) Para calcular la distancia del objeto al espejo, aplicamos la ecuación de los espejos esféricos:

    $$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R}$$

    $$\frac{1}{s} + \frac{1}{-4} = \frac{2}{-6} \longrightarrow s = -12\,\text{cm}$$

    c) El tamaño del objeto se calcula así:

    $$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \qquad \frac{y'}{3} = -\frac{-4}{-12} \qquad y' = -1\,\text{cm}$$

    la imagen es real, invertida y menor.

17. (**Madrid, Jun. 2016**) Se sitúa un objeto de 2 cm de altura 30 cm delante de un espejo cóncavo, obteniéndose una imagen virtual de 6 cm de altura. a) Determine el radio de curvatura del espejo y la posición de la imagen. b) Dibuje el diagrama de rayos

    Solución: a) Para hallar la posición de la imagen, tendremos:

    $$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \qquad \frac{6}{2} = -\frac{s'}{s} \longrightarrow s' = -3s \quad s' = -3(-30) = 90\,\text{cm}$$

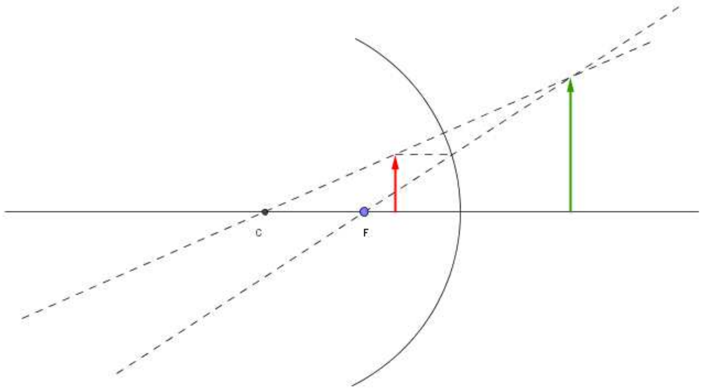
    La ecuación de los espejos es:

    $$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R}$$

    Sustituyendo valores:

    $$\frac{1}{-0,3} + \frac{1}{0,9} = \frac{2}{R} \longrightarrow R = -0,45\,\text{m}$$

    b) El diagrama de rayos es el siguiente:



18. (**Madrid, Jun. 2016**) Un rayo de luz incide desde un medio A de índice de refracción n_A a otro B de índice de refracción n_B. Los índices de refracción de ambos medios cumplen la relación $n_A + n_B = 3$. Cuando el ángulo de incidencia desde el medio A hacia el medio B es superior o igual a 49,88º tiene lugar reflexión total. a) Calcule los valores de los índices de refracción n_A y n_B. b) ¿En cuál de los dos medios la luz se propaga a mayor velocidad? Razone la respuesta.

Solución:a)

$$\frac{\text{sen}\,49,88^{\circ}}{\text{sen}\,90^{\circ}} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{n_B}{3-n_B}$$

Sustituyendo valores, nos queda la siguiente ecuación:

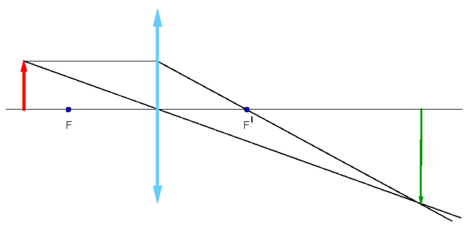
$$0,765(3-n_B) = n_B \longrightarrow n_B = 1,30 \text{ y } n_A = 1,70$$

b) La velocidad de la luz será mayor en el medio en que menor sea el índice de refracción, pues:

$$v = \frac{c}{n}$$

19. **(Madrid, Sept. 2016)** Un objeto está situado 3 cm a la izquierda de una lente convergente de 2 cm de distancia focal. a) Realice el diagrama de rayos correspondiente. b) Determine la distancia de la imagen a la lente y el aumento lateral.

Solución: El diagrama de rayos es el siguiente:



b) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f'} \quad \text{Sustituyendo :} \quad \frac{1}{-3} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{2} \text{ y } s' = 6\,\text{cm}$$

El aumento lateral es:

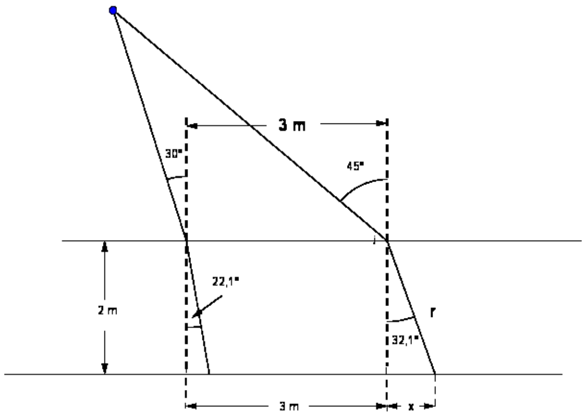
$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{6}{-3} = -2$$

20. **(Madrid, Sept. 2016)** Dos rayos que parten del mismo punto inciden sobre la superficie de un lago con ángulos de incidencia de 30º y 45º, respectivamente. a) Determine los ángulos de refracción de los rayos sabiendo que el índice de refracción del agua es 1,33. b) Si la distancia entre los puntos de incidencia de los rayos sobre la superficie del lago es de 3 m, determine la separación entre los rayos a 2 m de profundidad. Dato: Índice de refracción del aire, $n_{aire} = 1$.

Solución: a) Aplicando la Ley de Snell, tendremos:

$$\frac{sen\,30^{\circ}}{sen\,\alpha_1} = \frac{1,33}{1} \qquad y \qquad \frac{sen\,45^{\circ}}{sen\,\alpha_2} = \frac{1,33}{1}$$

Obteniéndose $\alpha_1 = 22,1$ y $\alpha_2 = 32,1$.
b)Para calcular la distancia, utilizaremos la siguiente representación gráfica:



De esta representación se deduce que la separación entre los dos rayos a 2 m de profundidad será $s = 3 + x$, teniendo que:

$$2 = r\cos 32,1 \quad \text{de donde se obtiene} \quad r = 2,36\,\text{m} \quad \text{y} \quad \text{x} = 2,36 \cdot \text{sen}\,32,1 = 1,25$$

Finalmente: $s = 3 + x = 3 + 1,25 = 4{,}25$ m

21. **(Navarra, Jun. 2016)** Colocamos un objeto de 1,5 cm de altura a 8 cm del vértice de un espejo cóncavo. El espejo tiene un radio de curvatura de 6 cm. a) La imagen, ¿es real o invertida? Calcular la posición de la imagen. b) Calcular el tamaño de la imagen. c) Realizar el trazado de rayos correspondiente. d) Justificar gráficamente cómo cambiaría las propiedades de la imagen si colocáramos el objeto a 2 cm del vértice.

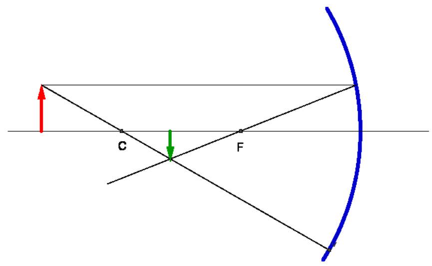
Solución: a) La imagen es real, puesto que se encuentra más alejada del vértice del espejo que el centro de curvatura de éste y se forma a partir de la intersección de los rayos reflejados, y no de sus prolongaciones. Por otra parte, la imagen será invertida, como se verá en el diagrama de rayos.
Para calcular la posición de la imagen, utilizamos la ecuación de los espejos esféricos:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} \longrightarrow \frac{1}{-8} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{-6} \quad \text{y} \quad \text{s}' = -4,8\,\text{cm}$$

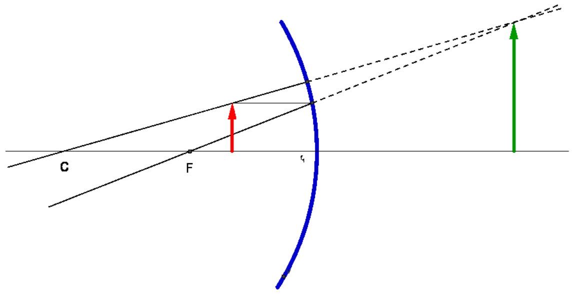
b) El tamaño de la imagen se hallará así:

$$y' = -y\,\frac{s'}{s} = \frac{-1,5(-4,8)}{-8} = -0,9\,\text{cm}$$

c) El diagrama de rayos es el siguiente:



Si el objeto se sitúa a 2 cm del vértice, la representación gráfica será la que puede verse a continuación:



La imagen será, en este caso, mayor, virtual y derecha.

22. (**Comunidad Valenciana, Jun. 2016**) Un rayo incide sobre la superficie de separación de dos medios. El primero de ellos tiene un índice de refracción n_1, y el segundo, n_2, de forma que $n_1 < n_2$. ¿Se puede producir el fenómeno de la reflexión total? Y si ocurriese que n_1 = 1,6 y n_2 = 1,3, ¿cuál sería el ángulo límite? Razona las respuestas.

Solución: No es posible, puesto que, aplicando la Ley de Snell, tendríamos:

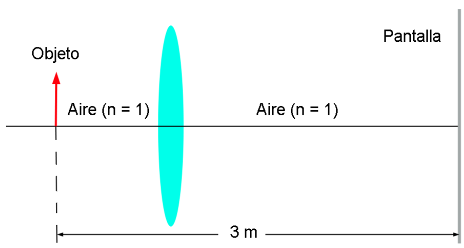
$$\frac{\text{sen}\,\alpha_\text{i}}{\text{sen}\,90^\text{o}} = \frac{n_2}{n_1}$$

Y, al ser $n_2 > n_1$, el seno del ángulo de incidencia será superior a la unidad.
b) En este caso:

$$\frac{\text{sen}\,\alpha_i}{\text{sen}\,90^\text{o}} = \frac{1,3}{1,6} \longrightarrow \text{sen}\,\alpha_i = 0,812\,y\;\alpha_i = 54,34^\text{o}$$

23. **(Comunidad Valenciana, Jul. 2016)** Se desea obtener en el laboratorio la potencia y la distancia focal imagen de una lente. La figura muestra la lente problema, un objeto luminoso y una pantalla. Se observa que la imagen proporcionada por la lente, sobre la pantalla, es dos veces mayor que el objeto e invertida. Calcula: a) La distancia focal y la potencia de la lente (en dioptrías). b) La posición y tamaño de la imagen si el objeto se situase a 4/3 a la izquierda de la lente.

Solución:



Aplicando la ecuación del aumento lateral:

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = -2 \longrightarrow s' = -2s$$

Teniendo en cuenta que -s + s´ = 3, podemos poner: -s - 2s = 3 y s = -1 m. Si aplicamos la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f'} \qquad -1 - \frac{1}{2} = -\frac{1}{f'} \quad \text{y} \quad f' = \frac{2}{3}\,\text{m}$$

La potencia de la lente es:

$$P = \frac{1}{f'} = 1,5\,\text{dioptrías}$$

b) Aplicando de nuevo la ecuación de las lentes delgadas:

$$-\frac{3}{4} - \frac{1}{s'} = -\frac{3}{2} \qquad s' = \frac{4}{3}\,\text{m}$$