

Cuestión 1

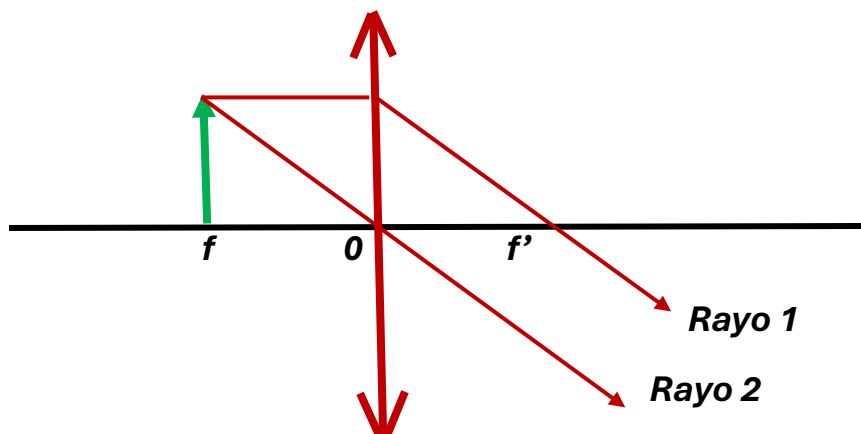
Indique razonadamente, ayudándose de un esquema, las características de la imagen que se obtiene al colocar un objeto luminoso

- a) En el foco objeto de una lente convergente**
- b) En el foco imagen de una lente divergente**

Debemos de recordar que el foco imagen es el punto por el que se refractan todos los rayos que vienen paralelos al eje óptico, perpendicular a la lente por su centro. El foco objeto, f , es el punto tal que cualquier rayo que pase por él se refracta, después de pasar por la lente, paralelo al eje óptico. El foco imagen, f' , en una lente convergente está a su derecha si elegimos, como convenio, que los objetos están a su izquierda. En una lente divergente el foco imagen está a su izquierda si elegimos el mismo convenio.

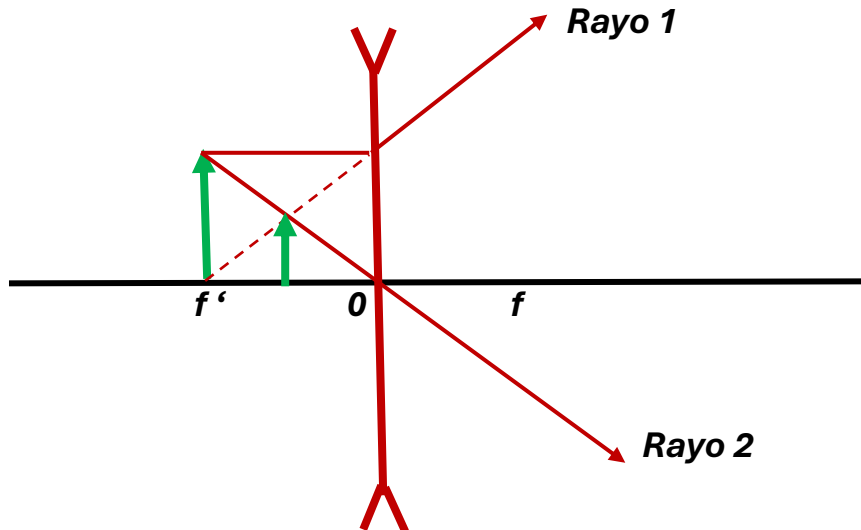
Ambos están a distintos lados de la lente y a la misma distancia.

a)



Como vemos en la figura, los rayos refractados son paralelos y, por lo tanto, la imagen estará en el infinito. Para dibujarlos se ha tenido en cuenta que un rayo paralelo al eje se refracta pasando por el foco imagen, el **rayo 1**, y que un rayo que pasa por el centro de la lente sigue sin desviarse, **rayo 2**.

b)



Para calcular la imagen en este caso se han aplicado los mismos criterios que en la lente convergente. La única diferencia es que el rayo que viaja desde el objeto paralelo al eje, por tener que pasar por el foco imagen, se desvía “hacia arriba”. La imagen, al estar formada por la prolongación de un rayo real, el rayo 1, se denomina virtual. Geométricamente vemos que su tamaño es la mitad que la del objeto.

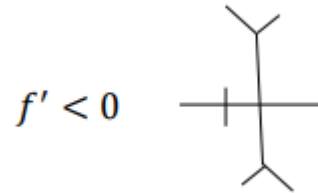
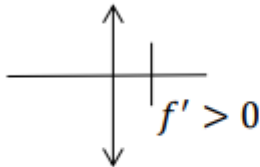
Problema 1

Una lente divergente produce una imagen 3 veces menor que el objeto cuando la separación entre la imagen y el objeto es de 64 cm. Determine, indicando el criterio de signos utilizado, las posiciones del objeto y de la imagen, así como la distancia focal de la lente y realice el trazado de los rayos correspondientes

Elegimos el criterio más sencillo, a nuestro entender, que da el valor negativo a todos los parámetros que estén a “la izquierda” de la lente, posición, posición de la imagen, focos, radio de curvatura si el su centro está a la izquierda, necesario en los espejos. Las fórmulas por utilizar son las siguientes y no tiene más misterio que saberlas y aplicarlas con el criterio dado.

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$A_L = \frac{s'}{s}$$



En nuestro caso, al ser la imagen tres veces menor y sabiendo que no está invertida (eso ocurre siempre con una lente divergente), el aumento es positivo y de valor:

$$A_L = \frac{s'}{s} = \frac{1}{3}$$

La distancia entre el objeto y la imagen es **64**, las dos están a la izquierda, dado el valor positivo de A_L , y por ello son negativos los dos. El valor algebraico de s' es, entonces, mayor que el de s , y su distancia será, por ello:

$$s' - s = 64$$

Resolviendo ambas ecuaciones:

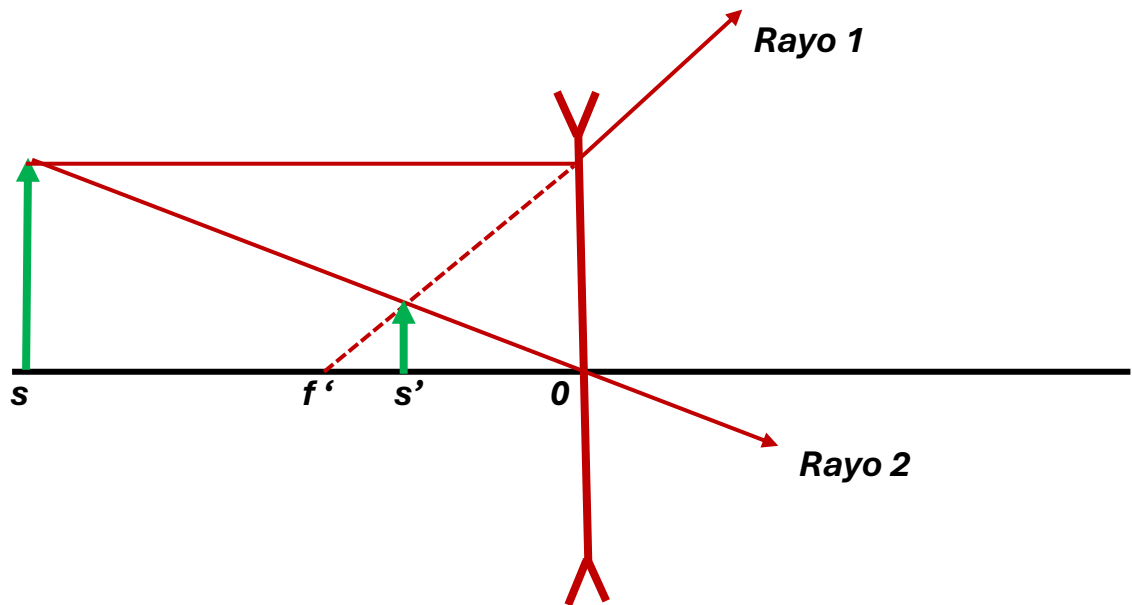
$$\frac{s'}{s} = \frac{1}{3} \rightarrow s = 3s' \rightarrow s = -96 \text{ cm}$$

$$s' - s = 64 \rightarrow s' - 3s' = 64 \rightarrow s' = -32 \text{ cm}$$

Y aplicando la ley de las lentes calculamos el foco imagen:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \rightarrow \frac{-1}{32} + \frac{1}{96} = \frac{1}{f'} \rightarrow \frac{-2}{96} = \frac{1}{f'} \rightarrow f' = -48 \text{ cm}$$

El dibujo sería el siguiente:



Cuestión 2

Razone la veracidad de las siguientes afirmaciones:

- a) Si un rayo de luz pasa de un medio 1 a un medio 2 tal que $\lambda_1 < \lambda_2$ el ángulo de incidencia es mayor que el refractado.**
- b) Si un rayo de luz pasa de un medio 1 a un medio 2 menos refringente puede ocurrir reflexión total.**

a)

Para contestar a la pregunta nos hace falta conocer la relación entre los índices de refracción. Tendremos en cuenta que la frecuencia no cambia, sólo la longitud de onda y, por lo tanto, la velocidad de la onda:

$$1: v_1 = \lambda_1 \cdot f \rightarrow n_1 = \frac{c}{v_1} \rightarrow n_1 = \frac{c}{\lambda_1 \cdot f}$$

$$2: v_2 = \lambda_2 \cdot f \rightarrow n_2 = \frac{c}{v_2} \rightarrow n_2 = \frac{c}{\lambda_2 \cdot f}$$

Y, como conocemos la condición entre las longitudes de onda, tenemos:

$$\lambda_1 < \lambda_2 \rightarrow n_1 > n_2$$

Aplicando la ley de la refracción:

$$n_1 \operatorname{sen} \hat{i} = n_2 \operatorname{sen} \hat{r} \rightarrow \operatorname{sen} \hat{r} = \frac{n_1}{n_2} \operatorname{sen} \hat{i} > \operatorname{sen} \hat{i} \rightarrow \hat{r} > \hat{i}$$

La afirmación es, por lo tanto, falsa.

b)

Para que se pueda producir reflexión total, el ángulo de refracción ha de ser mayor que el de incidencia, como en el caso anterior. Se ha de cumplir entonces que el medio incidente tenga mayor índice de refracción que el medio refractado, o lo que es lo mismo, que el medio refractado sea menos refringente. La afirmación es entonces cierta.

Problema 2

El ángulo límite en la refracción agua aire es 48.6°.

- a) Calcule el índice de refracción del agua.**
- b) Justifique en qué sentido debe de viajar un rayo entre el agua y otro medio en el que la velocidad es 3/5 de su velocidad en el agua para que exista reflexión total**
- c) Determine el ángulo límite del apartado anterior.**

Datos: índice de refracción del aire $n_{\text{aire}} = 1$

a)

Aplicando la ley de la refracción y sabiendo, como se ha dicho en otros problemas, que sólo se puede producir reflexión total cuando el medio incidente tiene mayor índice de refracción:

$$n_{\text{agua}} \operatorname{sen} \hat{i}_L = n_{\text{aire}} \operatorname{sen} 90 \rightarrow n_{\text{agua}} \operatorname{sen} 48.6 = 1 \rightarrow$$

$$n_{\text{agua}} = \frac{1}{\operatorname{sen} 48.6} = 1.33$$

b)

Para contestar a la pregunta debemos de conocer los dos índices de refracción. Para ello, tenemos la relación entre las velocidades:

$$\begin{aligned} n_{agua} &= \frac{c}{v_{agua}} \\ n_{medio} &= \frac{c}{v_{medio}} \end{aligned} \rightarrow \frac{n_{agua}}{n_{medio}} = \frac{v_{medio}}{v_{agua}} = \frac{3}{5} \rightarrow n_{medio} = \frac{5}{3} 1.33 \rightarrow$$
$$n_{medio} = 2.22$$

Dado que el medio tiene mayor índice que el agua, se producirá reflexión total cuando la luz pase del medio al agua.

El ángulo límite de incidencia corresponde al ángulo de refracción de 90°:

$$2.22 \sin \hat{i}_L = 1.33 \sin 90^\circ \rightarrow \sin \hat{i}_L = \frac{1.33}{2.22} \rightarrow \hat{i}_L = 36.80^\circ$$