

Espejos esféricos

Calcule la posición, el tamaño y la orientación de la imagen que forma un espejo cóncavo de un objeto cúbico de 1 cm de lado que se encuentra colocado a 20 cm del vértice del espejo cuya distancia focal es 40 cm. Resolver analítica y gráficamente.

$$x = 20 \text{ cm}$$

$$c = 2f = 80 \text{ cm}$$

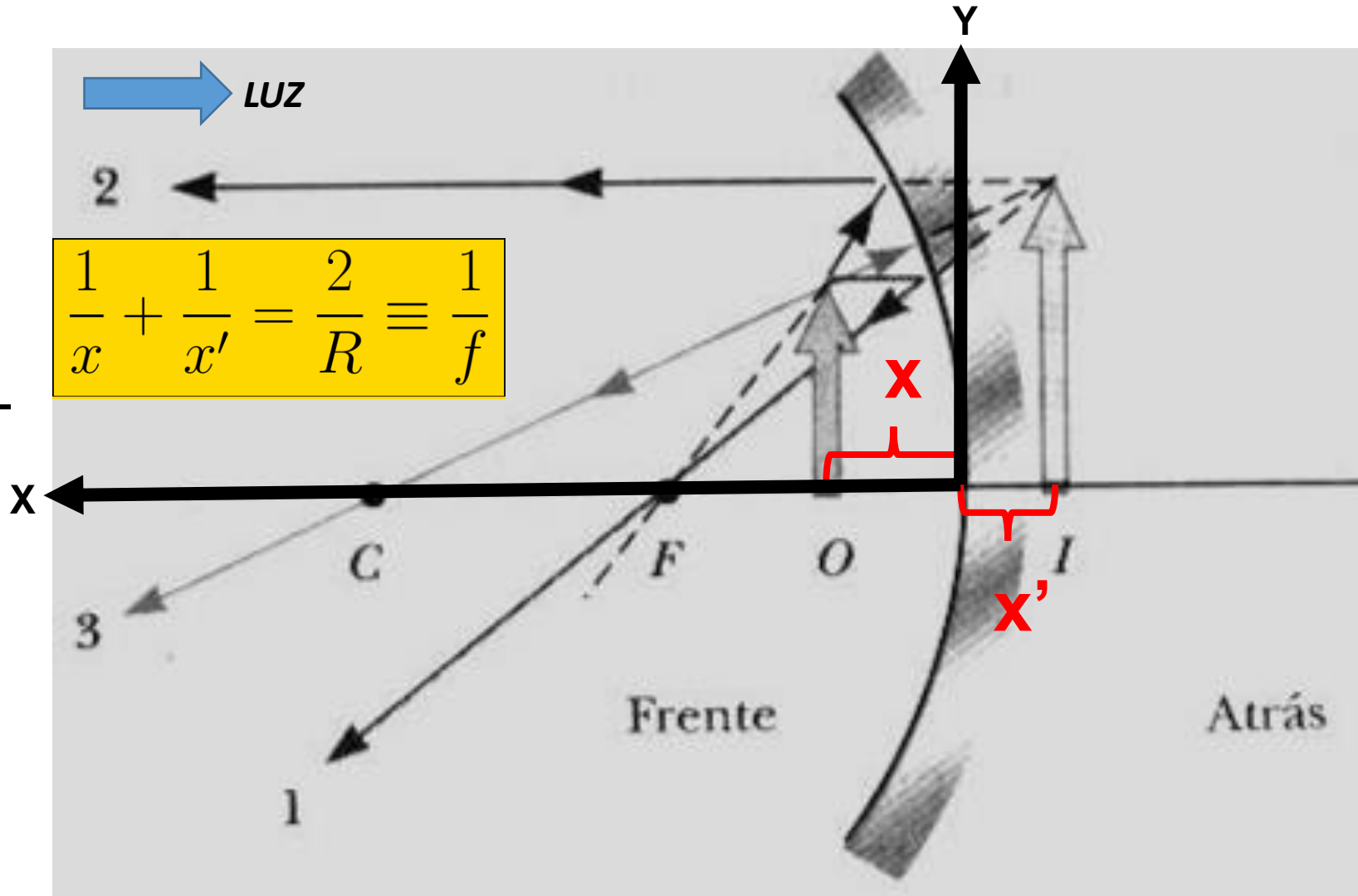
$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \frac{2}{c}$$

$$x' = -40 \text{ cm}$$

$$m = -x'/x = 2$$

$$I = -m^2 = -4$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \frac{2}{R} \equiv \frac{1}{f}$$



Dióptricos esféricos

$$\frac{n_1}{x} - \frac{n_2}{x'} = \frac{(n_1 - n_2)}{R}$$

Una varilla de vidrio muy larga tiene un extremo terminado en una superficie hemisférica convexa de 5 cm de radio. Su índice de refracción es $n = 1.5$.

Un objeto de 1 cm de alto está en el aire y situado sobre el eje a una distancia de 20 cm de la superficie. Hallar la imagen mirando desde el vidrio, establecer si es real o virtual y calcular su tamaño.

$$x = 20 \text{ cm}; n_i = 1; n_t = 1.5; c = R = -5 \text{ cm}$$

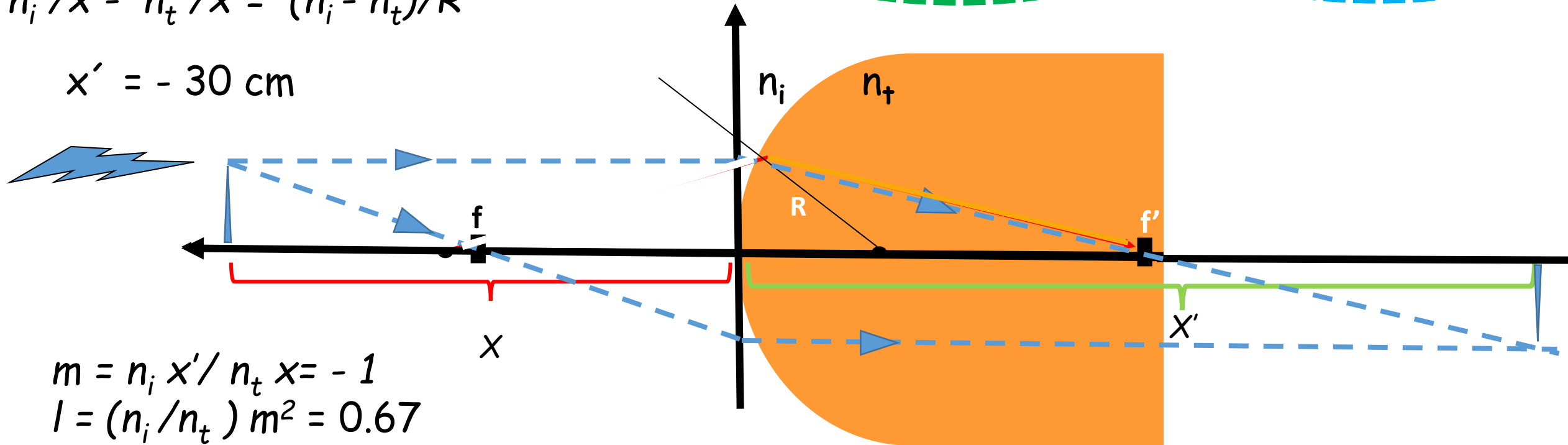
$$f = \frac{R n_1}{(n_1 - n_2)} = +10 \text{ cm}$$

$$f' = \frac{-R n_2}{(n_1 - n_2)} = -15 \text{ cm}$$

$$n_i / x - n_t / x' = (n_i - n_t) / R$$

$$x' = -30 \text{ cm}$$

$$m = n_i x' / n_t x = -1$$
$$l = (n_i / n_t) m^2 = 0.67$$



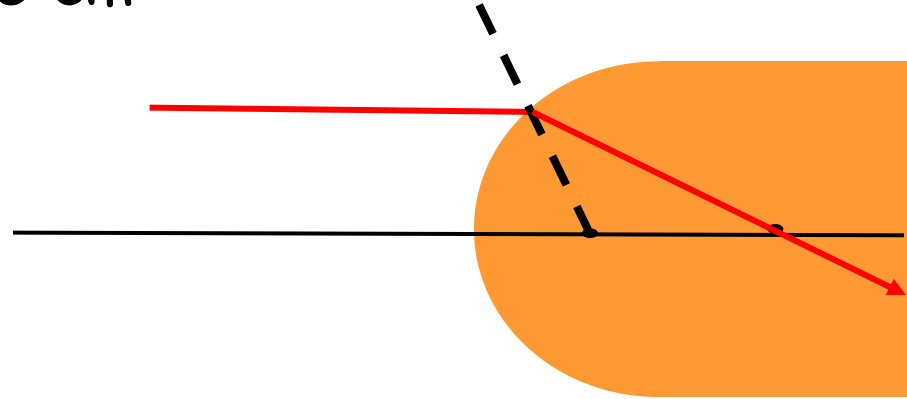
Dióptricos esféricos

Repetir para un objeto muy lejos de la superficie. Dibujar un diagrama de rayos para este caso.

$$x = \text{inf}; n_i = 1; n_t = 1.5; c = -5 \text{ cm}$$

$$n_i / x - n_t / x' = (n_i - n_t) / c$$

$$x' = -15 \text{ cm}$$

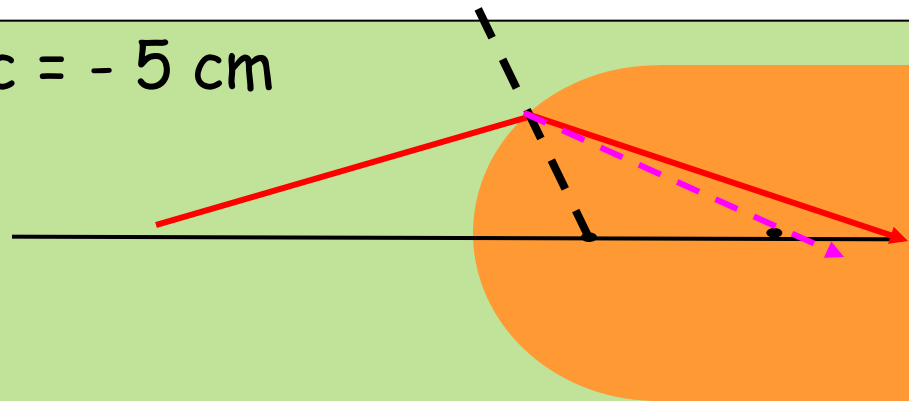


Repetir para el caso en que la varilla este sumergida en agua.

$$x = 20 \text{ cm}; n_i = 1.33; n_t = 1.5; c = -5 \text{ cm}$$

$$n_i / x - n_t / x' = (n_i - n_t) / c$$

$$x' = -46.2 \text{ cm}$$



LENTES

Se coloca un objeto de 1 cm de alto a 10 cm a la izquierda de una lente delgada divergente de 50 cm de distancia focal. Hallar la posición y tamaño de la imagen y comprobar el resultado utilizando la ecuación de la lente delgada.

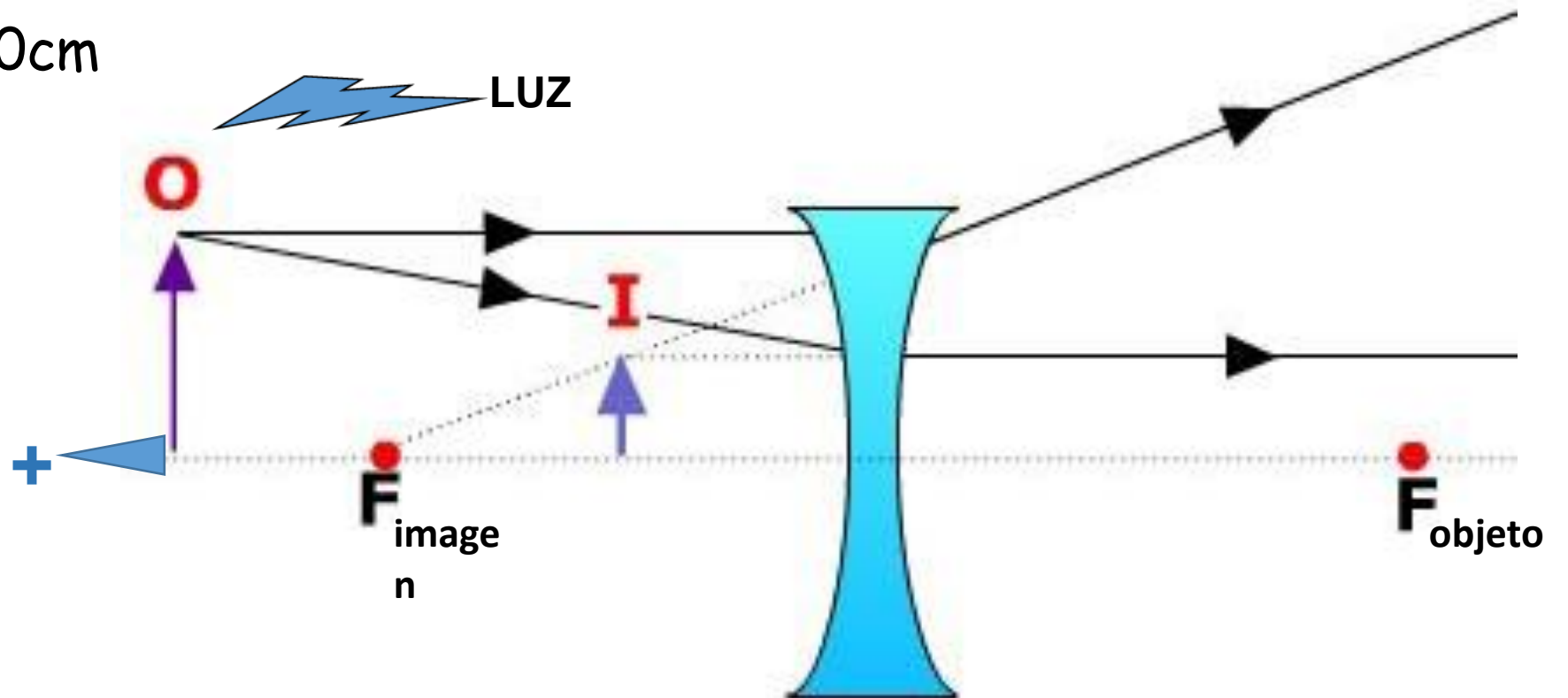
$$1/x - 1/x' = 1/f_{\text{objeto}}$$

$$x = 10 \text{ cm}; f_{\text{obj}} = -50 \text{ cm}$$

$$x' = 8.33 \text{ cm}$$

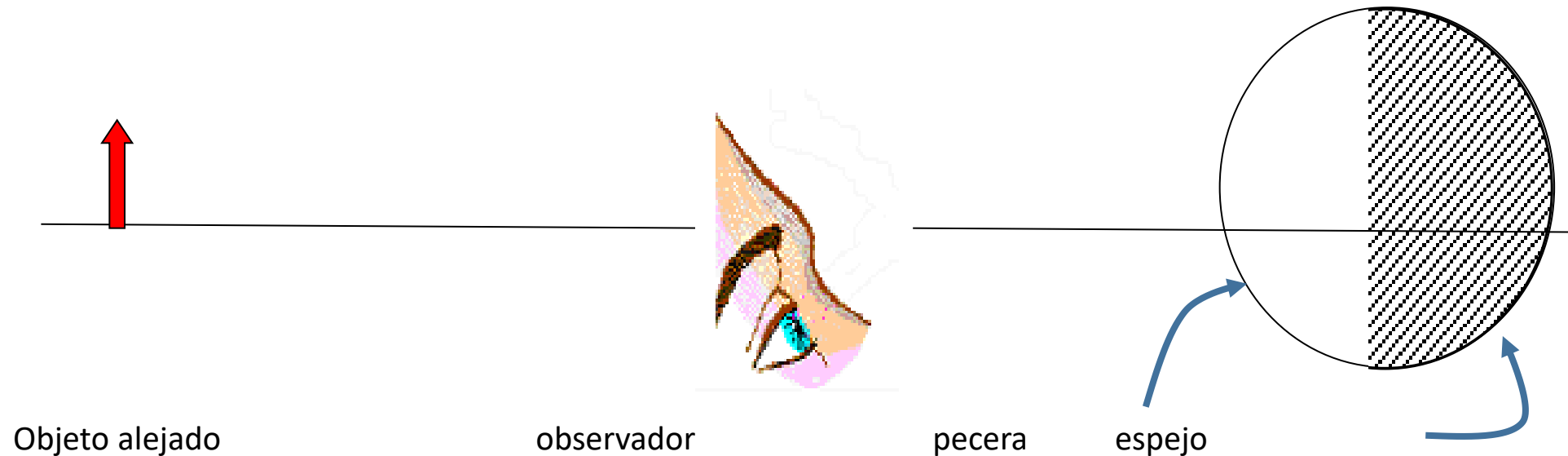
$$m = x' / x = 0.83$$

$$l = m^2 = 0.69$$

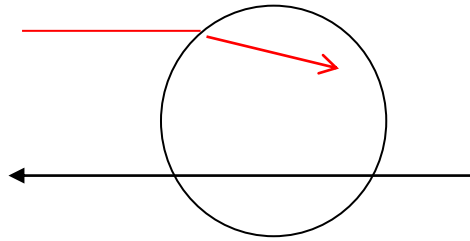


Ejemplo de combinación de espejo y dióptrico

Una pecera esférica de radio R con paredes delgadas está llena de agua ($n = 1,33$) y tiene un hemisferio espejado, como indica la figura. Calcular la posición de la imagen de un objeto muy alejado de la pecera para un observador que mira hacia el espejo. Se desprecia el efecto del vidrio delgado de la pecera.



•refracción aire – agua.

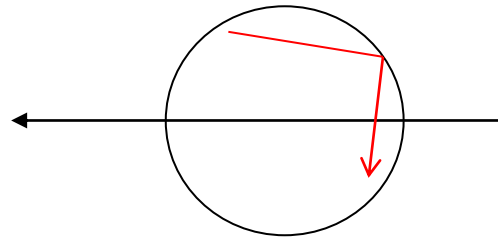


$$\begin{aligned} n_i &= 1 \\ n_t &= 4/3 \\ c &= -R \\ x &= \infty \end{aligned}$$

$$n_i/x - n_t/x' = (n_i - n_t)/c$$

$$x' = -4R$$

•reflexión espejo esférico

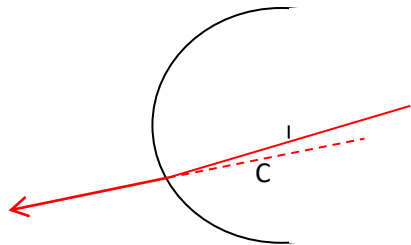


$$\begin{aligned} c &= R \\ x &= -2R \end{aligned}$$

$$1/x + 1/x' = 2/c$$

$$x' = 2/5 R$$

•refracción agua – aire



$$\begin{aligned} n_i &= 4/3 \\ n_t &= 1 \\ c &= R \\ x &= 8/5 R \end{aligned}$$

$$n_i/x - n_t/x' = (n_i - n_t)/c$$

$$x' = 2R$$

la imagen final se encuentra en el vértice espejado. Es una imagen virtual.

Un lente biconvexa delgada de índice 1,5 tiene una distancia focal conocida de 50 cm en aire. Cuando se sumerge en un liquido transparente la distancia focal resulta ser de 250 cm. Determinar el índice de refracción del medio liquido

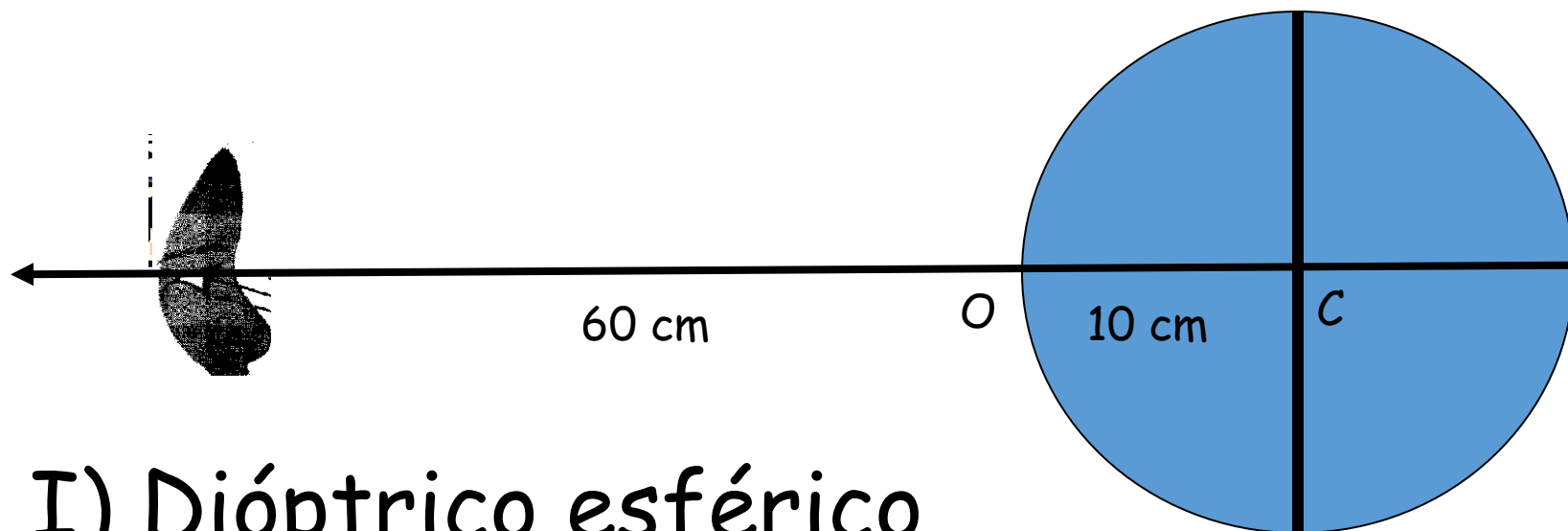
$n_2 = n$ vidrio no cambia
pero sí n_1

no cambia cuando se
sumerge la lente en
agua

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{x'} = \frac{(n_2 - n_1)}{n_1} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) = \frac{1}{f}$$

Dióptricos y espejos

Un espejo plano esta suspendido verticalmente en el centro de un frasco esférico de 10 cm de radio lleno de agua. Un observador, a 70 cm del espejo, mira hacia el frasco. ¿Dónde se encuentra la imagen del ojo? ¿Que tamaño relativo tiene?



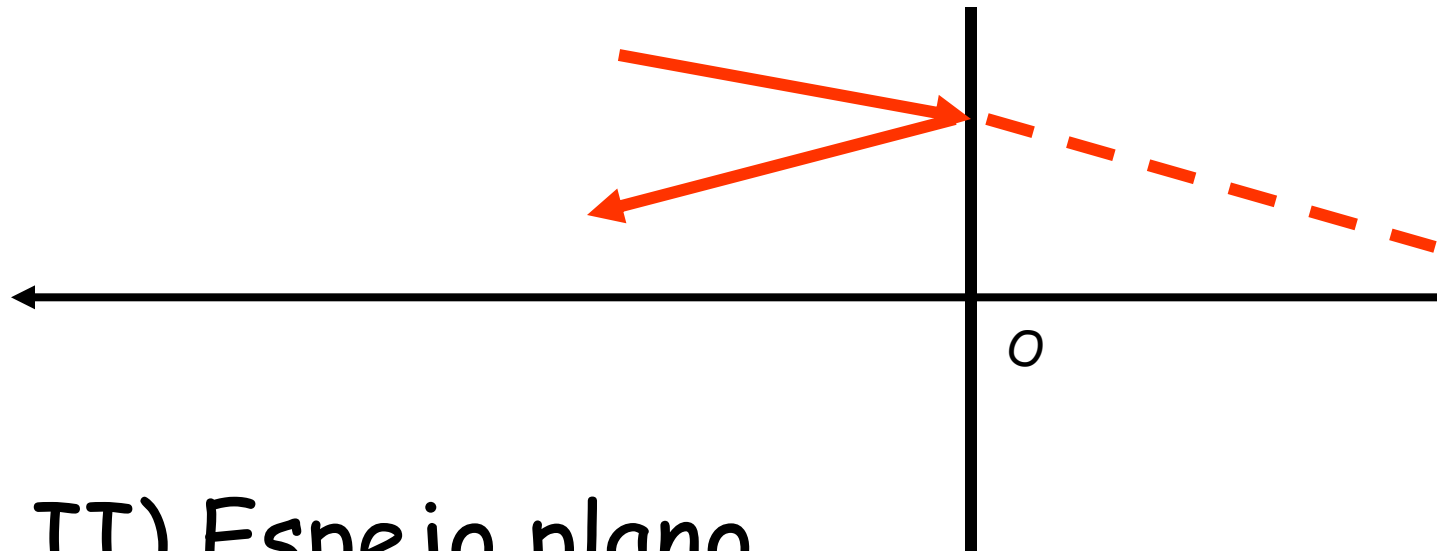
I) Dióptico esférico

$$x = 60 \text{ cm}; n_i = 1; n_t = 1.33; R = -10 \text{ cm}$$

$$n_i / x - n_t / x' = (n_i - n_t) / R$$

$$x' = -81.4 \text{ cm. A la derecha de O; a 71.4 cm atrás del espejo}$$

Dióptricos y espejos



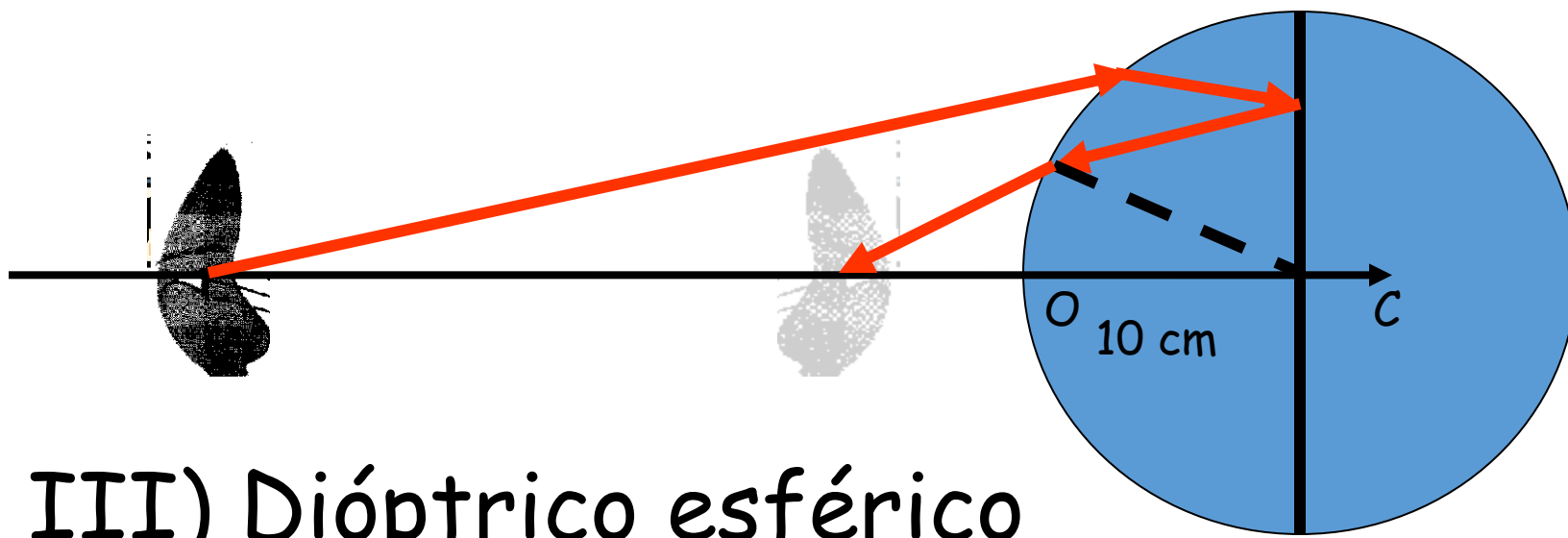
II) Espejo plano

$$x = -71.4 \text{ cm};$$

$$x = -x'$$

$x' = 71.4 \text{ cm}$. A la izquierda de O; a 61.4 cm adelante del vértice de la pecera

Dióptricos y espejos



III) Dióptrico esférico

$$x = -61.4 \text{ cm}; n_i = 1.33; n_t = 1; R = 10 \text{ cm}$$

$$n_i / x - n_t / x' = (n_i - n_t) / R$$

$x' = -18.3 \text{ cm}$. A la izquierda de O; la imagen es real y "flota" delante de la pecera

SISTEMA ÓPTICO (LENTE CONVERGENTE + DIVERGENTE)

Un sistema óptico centrado consta de una lente convergente, de focal 45 cm, y una lente divergente situada a 1,50 m a su derecha. A 0,50 m a la izquierda de la lente convergente hay un objeto de 4 mm de altura que forma una imagen virtual y derecha a 60 cm a la izquierda de la lente divergente. Determinése la distancia focal de la lente divergente y el tamaño de la imagen.

$$\left. \begin{array}{l} s_1 = +50 \text{ cm} \\ f'_1 = +45 \text{ cm} \end{array} \right\} \quad \frac{1}{s_1} - \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{f'_1} \quad s'_1 = -450 \text{ cm}$$

La imagen de L1 actúa como objeto de la segunda lente L 2. El valor absoluto de la distancia de ese objeto a L2 es:

$$|s_2| = s'_1 - d = 450 - 150 = 300 \text{ cm}$$

Pero el objeto de L2 se encuentra en el lado opuesto al de procedencia de la luz (lado B), por tanto el signo que le corresponde es

$$s_2 = -300 \text{ cm} \quad \leftarrow \quad \text{(objeto virtual para L2)}$$

Como la imagen formada de este objeto por L2 está a su izquierda,
 Por tanto la focal de L2 es:

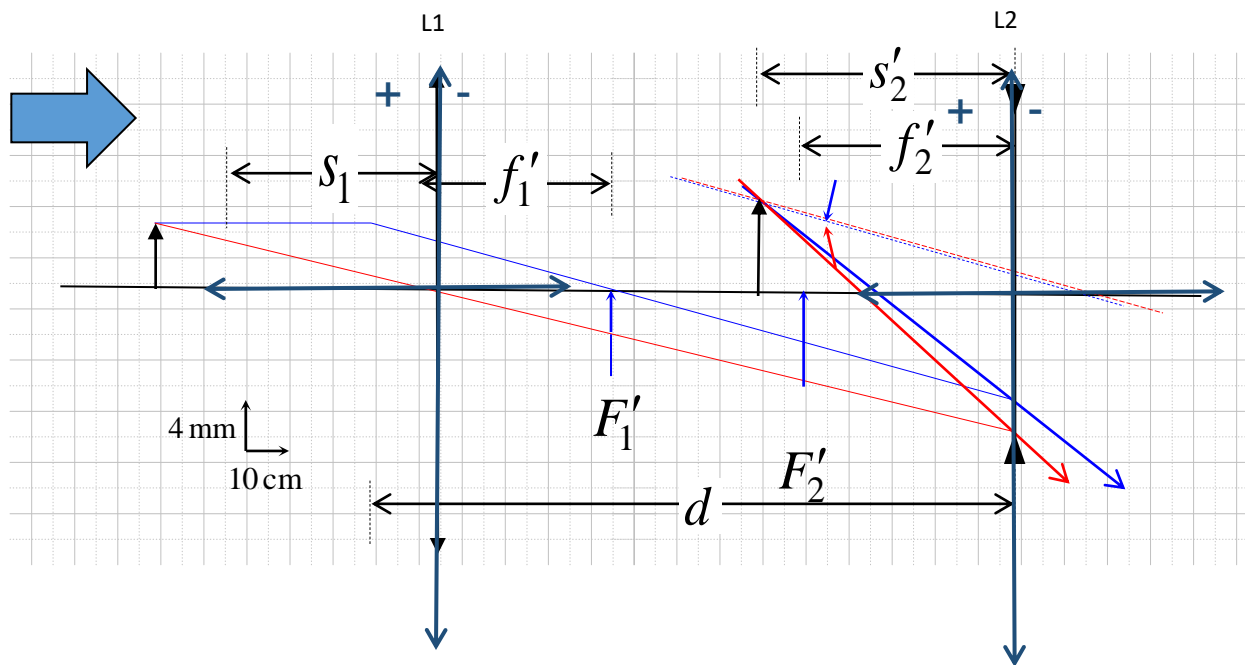
$$s'_2 = 60 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f'_2} = \frac{1}{s_2} - \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{-300} - \frac{1}{60} = \frac{-360}{18000} \quad \longrightarrow \quad f'_2 = -50 \text{ cm}$$

$$m_1 = -\frac{s'_1}{s_1} = \frac{-450}{50} = -9$$

$$m_2 = -\frac{s'_2}{s_2} = \frac{60}{-300} = -0.2$$

$$m = \frac{y'_2}{y_1} = m_1 \cdot m_2 = -9 \cdot (-0.2) = 1.8 \quad \longrightarrow \quad y'_2 = m_1 \cdot m_2 \cdot y_1 = -9 \cdot (-0.2) \cdot 4 = 7.2 \text{ mm}$$



$$f'_1 = +45 \text{ cm}$$

$$d = 150 \text{ cm}$$

$$s_1 = +50 \text{ cm}$$

$$s'_2 = 60 \text{ cm}$$

$$f'_2 = -50 \text{ cm}$$