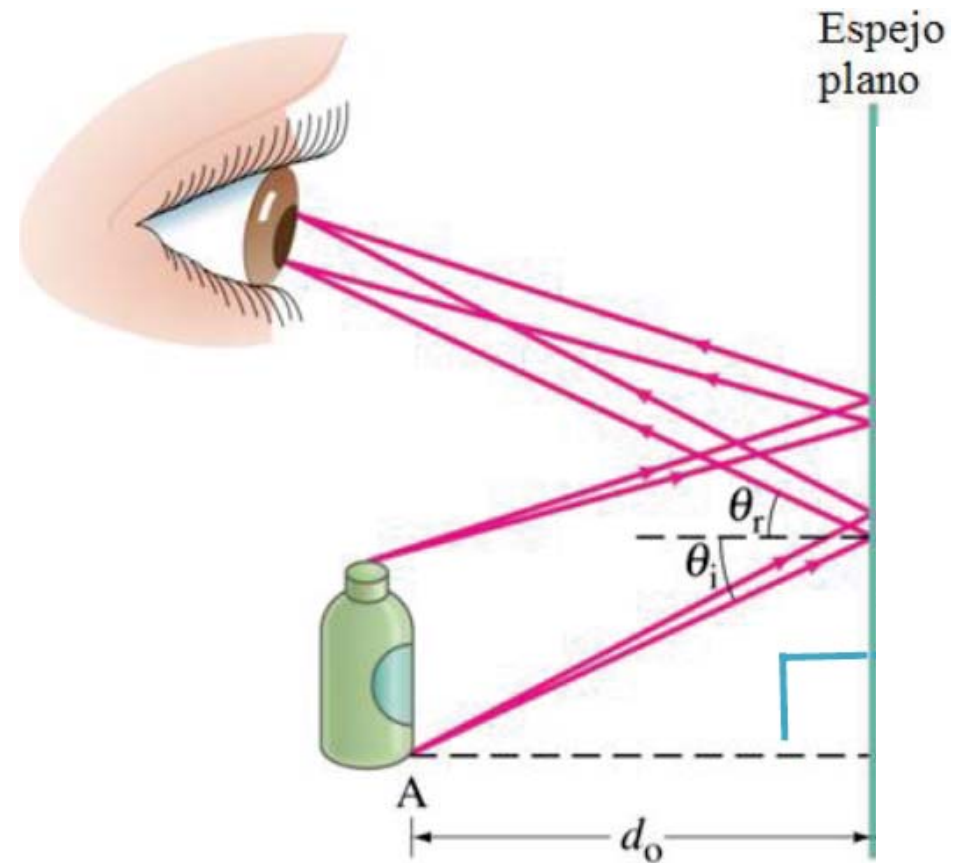


Óptica geométrica

Formación de imágenes

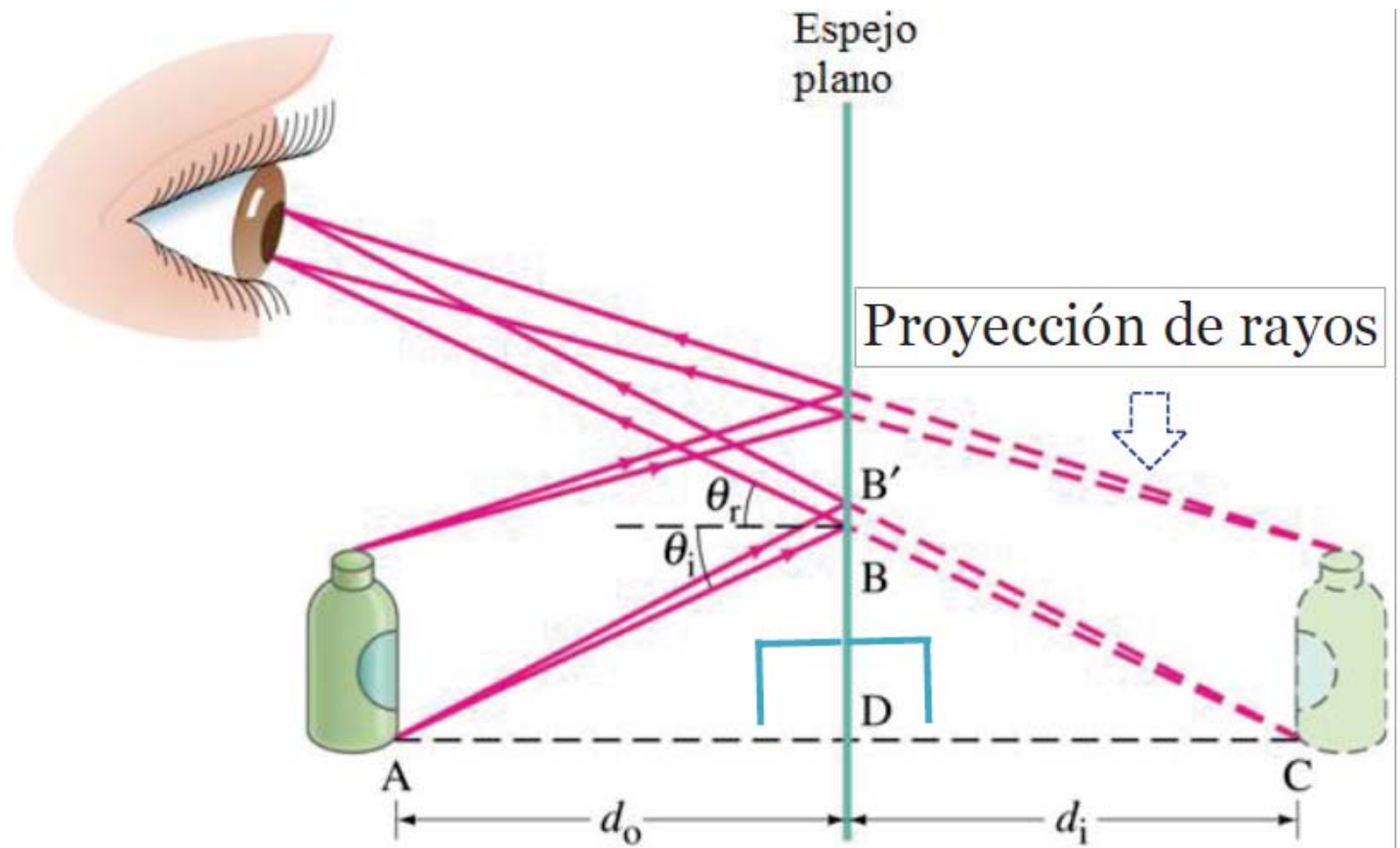
Formación de imagen en un espejo plano

- El frasco es la fuente de luz: cada punto del frasco emite rayos en todas direcciones (objeto real).
- En este caso, el ojo detecta los rayos que se reflejan sobre el espejo



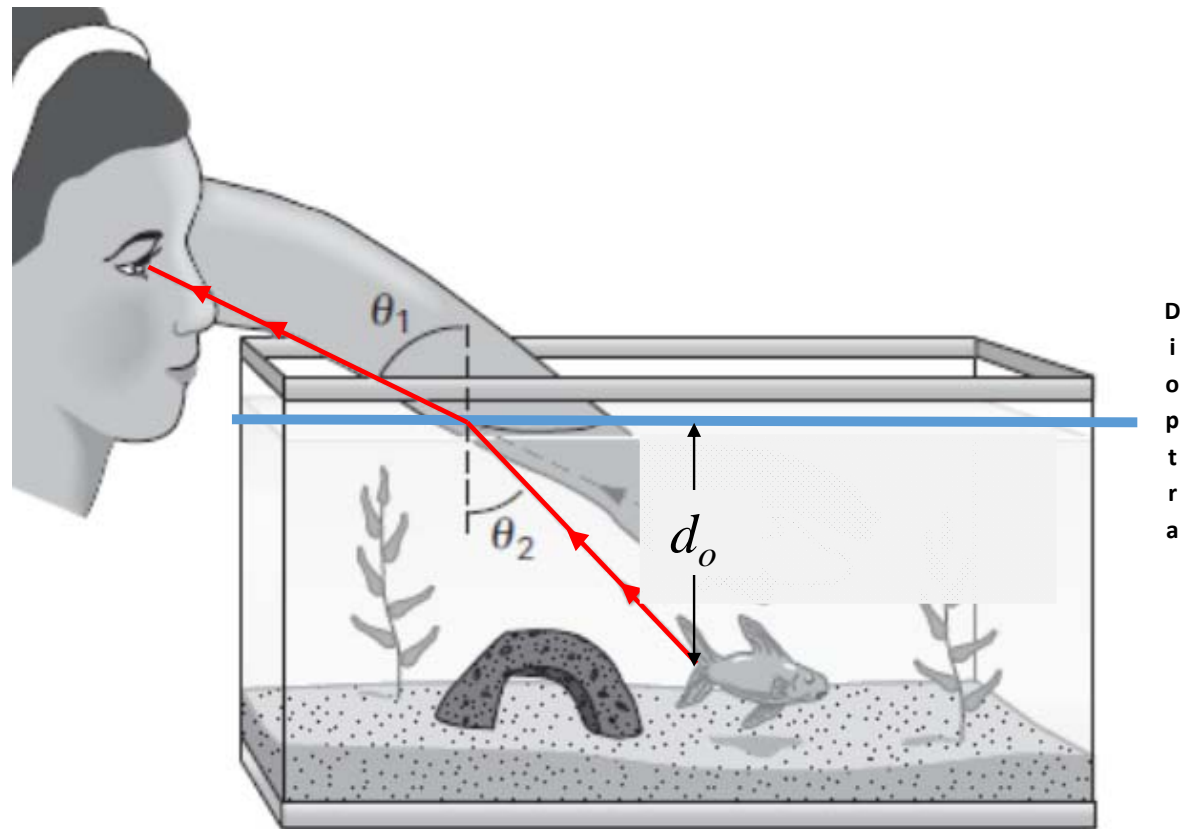
Formación de imagen en un espejo plano

- El ojo “asume” la propagación rectilínea de la luz, por eso “interpreta” que esos rayos provienen donde convergen la proyección de los rayos reflejados (imagen virtual).



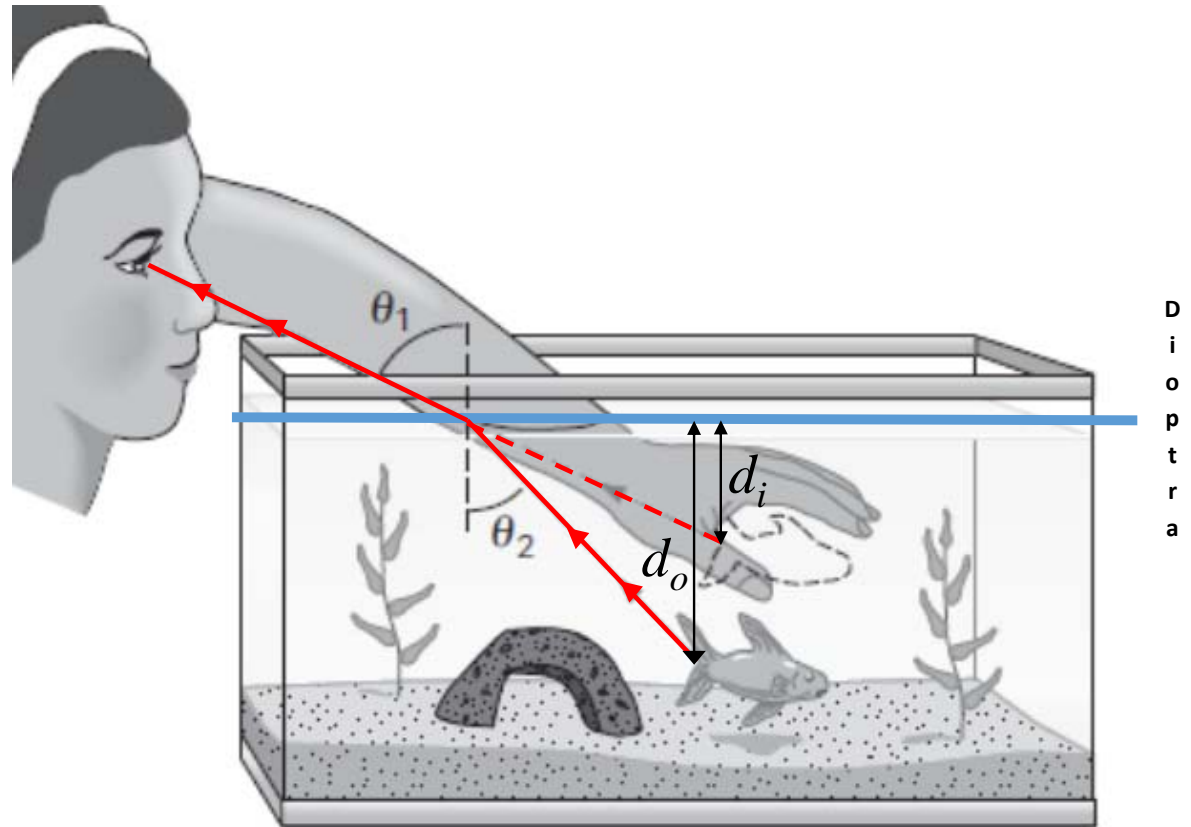
Formación de imagen en una dioptra plana

- El pez es la fuente de luz: cada punto del pez emite rayos en todas direcciones (objeto real).
- En este caso, el ojo detecta los rayos que se refractan de la dioptra agua-aire.



Formación de imagen en una dioptra plana

- El pez es la fuente de luz: cada punto del pez emite rayos en todas direcciones (objeto real).
- En este caso, el ojo detecta los rayos que se refractan de la dioptra agua-aire.
- El ojo “asume” la propagación rectilínea de la luz, por eso “interpreta” que el pez está donde converge la proyección de los rayos refractados (imagen virtual).



Formación de imagen en superficies esféricas

- Aproximación paraxial: Se considera que los rayos inciden sobre la superficie formando un ángulo pequeño (esto significa que α_i es pequeño y que el radio de curvatura de la superficie es grande)
- Convención de signos (Signorini): el cero está en el espejo/dioptra/lente y es positivo en el sentido contrario a la propagación de la luz incidente
- Notación:
 - X_o : posición del objeto
 - X_i : posición de la imagen
 - f_o : foco objeto (punto donde la imagen tiende a infinito – rayos paralelos)
 - f_i : foco imagen (punto donde convergen rayos que indican paralelos – objeto en infinito)
 - R : curvatura del espejo/dioptra/lente
 - A : aumento lateral (informa sobre la imagen. Según signo: + directa, - invertida. Según módulo: <1 menor, >1 mayor)

Reflexión: Espejos esféricos

- Expresión general:

$$\frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f}$$

- Aumento:

$$A = -\frac{x_i}{x_o}$$

- Focos

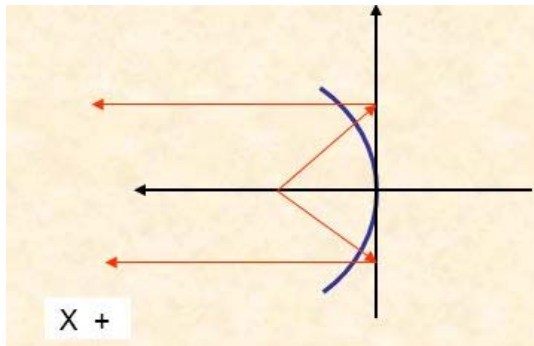
- Foco objeto ($x_i \rightarrow \infty$): $f_o = \frac{R}{2}$

- Foco imagen ($x_o \rightarrow \infty$): $f_i = \frac{R}{2} = f_o = f$

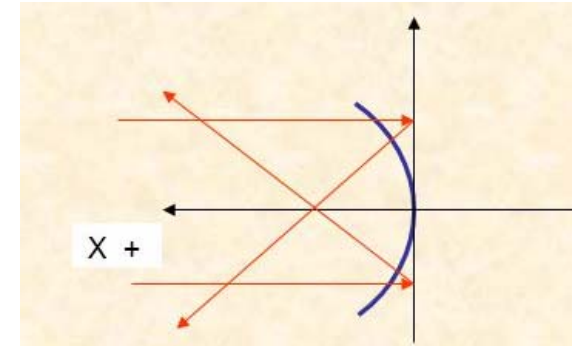
Reflexión: Espejos esféricos

- Focos en espejo convergente: focos reales (cóncavo)

Objeto

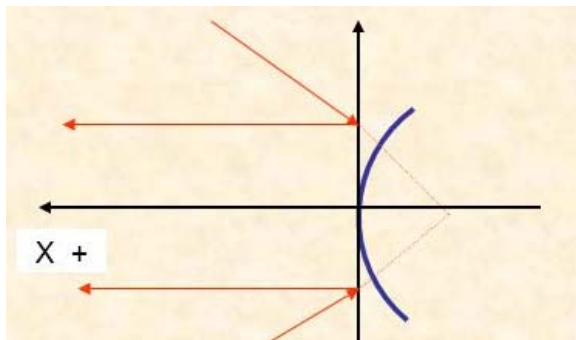


Imagen

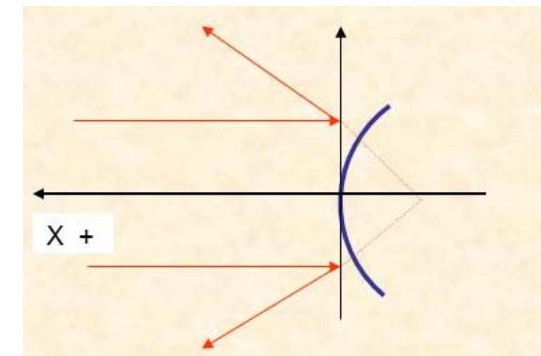


- Focos en espejo divergente: focos virtuales (convexo)

Objeto



Imagen



Ejemplos

4. Un espejo cóncavo tiene un radio de 1 m. Calcular la posición de la imagen de un objeto y su aumento si el objeto real que está a una distancia del espejo igual a (a) 1,4 m, (b) 1 m, (c) 0,8 m, (d) 0,5 m y (e) 0,3 m. ¿Qué sucede si el objeto es virtual?

• $R=1m$

• $x_o = 1,4m$

→ $x_i = 0,78m$ y el aumento es $A = -0,56$

• $x_o = 1m$

→ $x_i = 1m$ y el aumento es $A = -1$

• $x_o = 0,8m$

→ $x_i = 1,33m$ y el aumento es $A = -1,67$

• $x_o = 0,5m$

→ x_i tiende a ∞

• $x_o = 0,3m$

→ $x_i = -0,75m$ y el aumento es $A = 2,5$

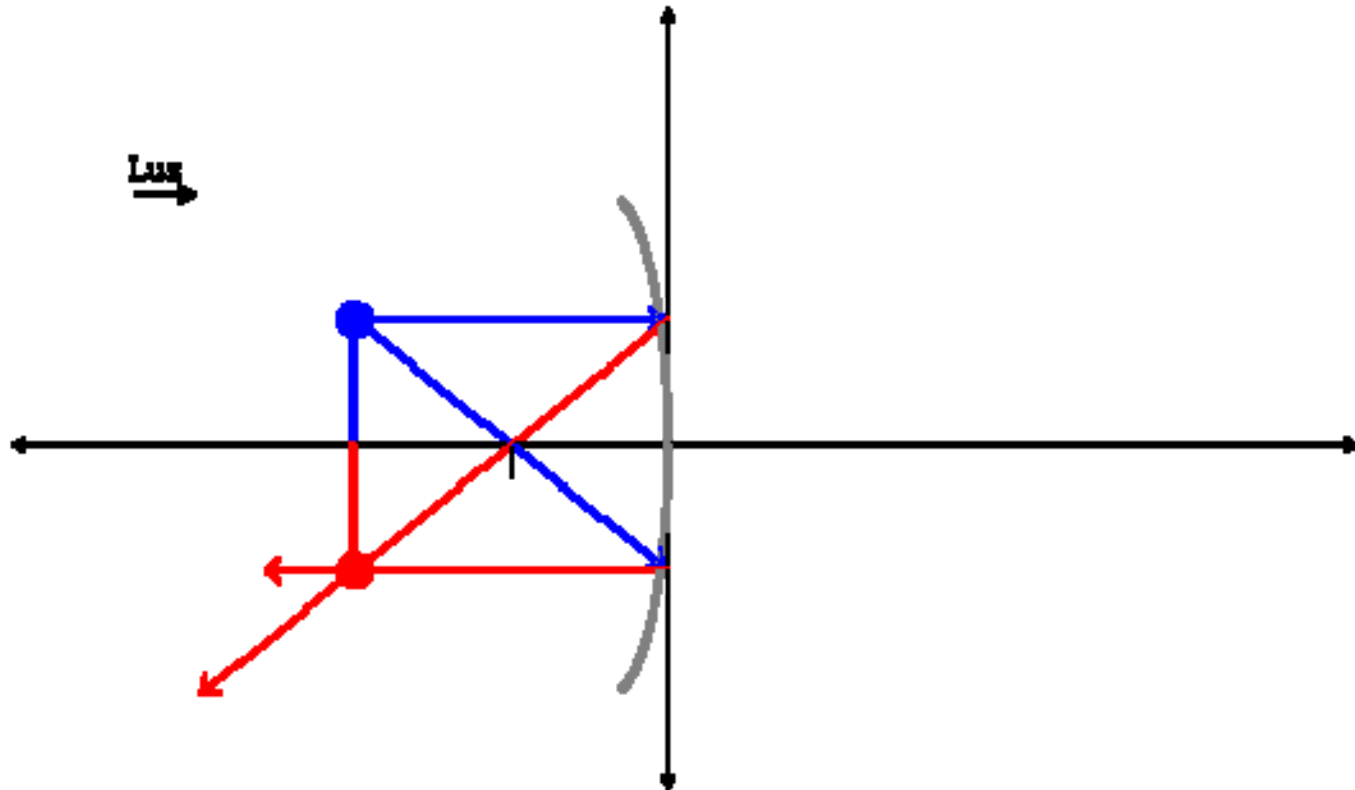
¿Qué características tiene cada imagen?

Trazado de rayos

- Son 3 rayos que permiten caracterizar la formación de la imagen:
 - El rayo que pasaría por el objeto y el foco objeto, al reflejarse sale paralelo al eje principal.
 - El rayo que pasaría por el objeto paralelo al eje principal, al reflejarse pasaría por el foco imagen.
 - El rayo que pasaría por el objeto y el centro óptico, se refleja en la misma dirección.
- Importante:
 - Hay que indicar el sentido de propagación de la luz
 - La luz se refleja sobre el eje por la aproximación paraxial ($R \gg \lambda$)

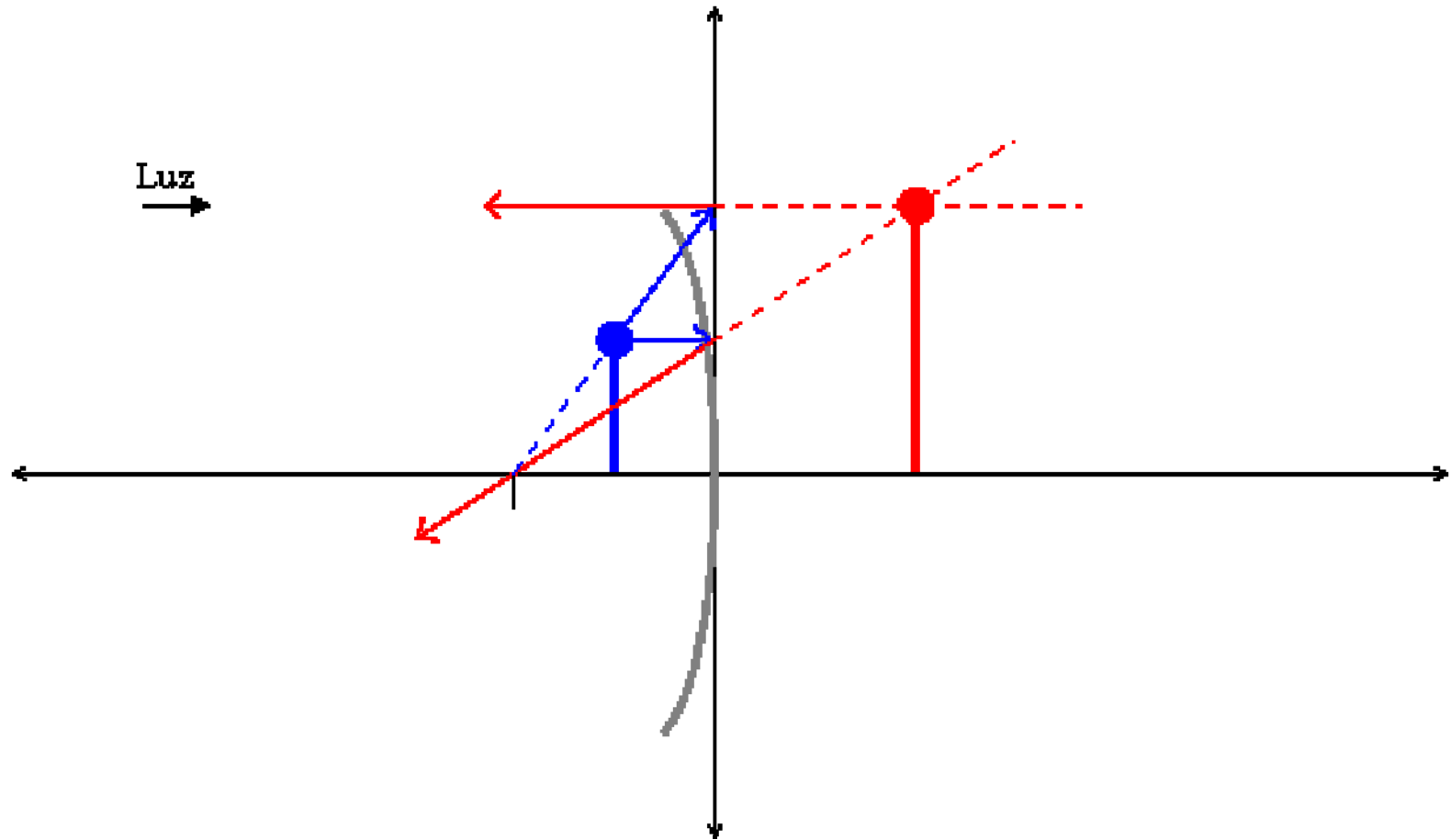
Trazado de rayos

$$x_o = 1m \rightarrow x_i = 1m \text{ y } A = -1$$



Trazado de rayos

$$x_o = 0,3m \rightarrow x_i = -0,75m \text{ y } A = 2,5$$



Referencias	
	Objeto
	Imagen
	Rayo incidente
	Rayo reflejado

5. Un espejo convexo tiene un radio de 1 m.

a) Calcular la posición de la imagen de un objeto y el aumento si la distancia del objeto al espejo es de 0,6 m. Considerar también un objeto virtual a una distancia de

b) 0,3 m y

c) 0,8 m.

- $R = -1\text{m}$

- $x_o = 0,6\text{m}$

- $x_i = -0,27\text{m}$ y el aumento es $A = 0,45$

- $x_o = 0,3\text{m}$

- $x_i = -0,19\text{m}$ y el aumento es $A = 0,625$

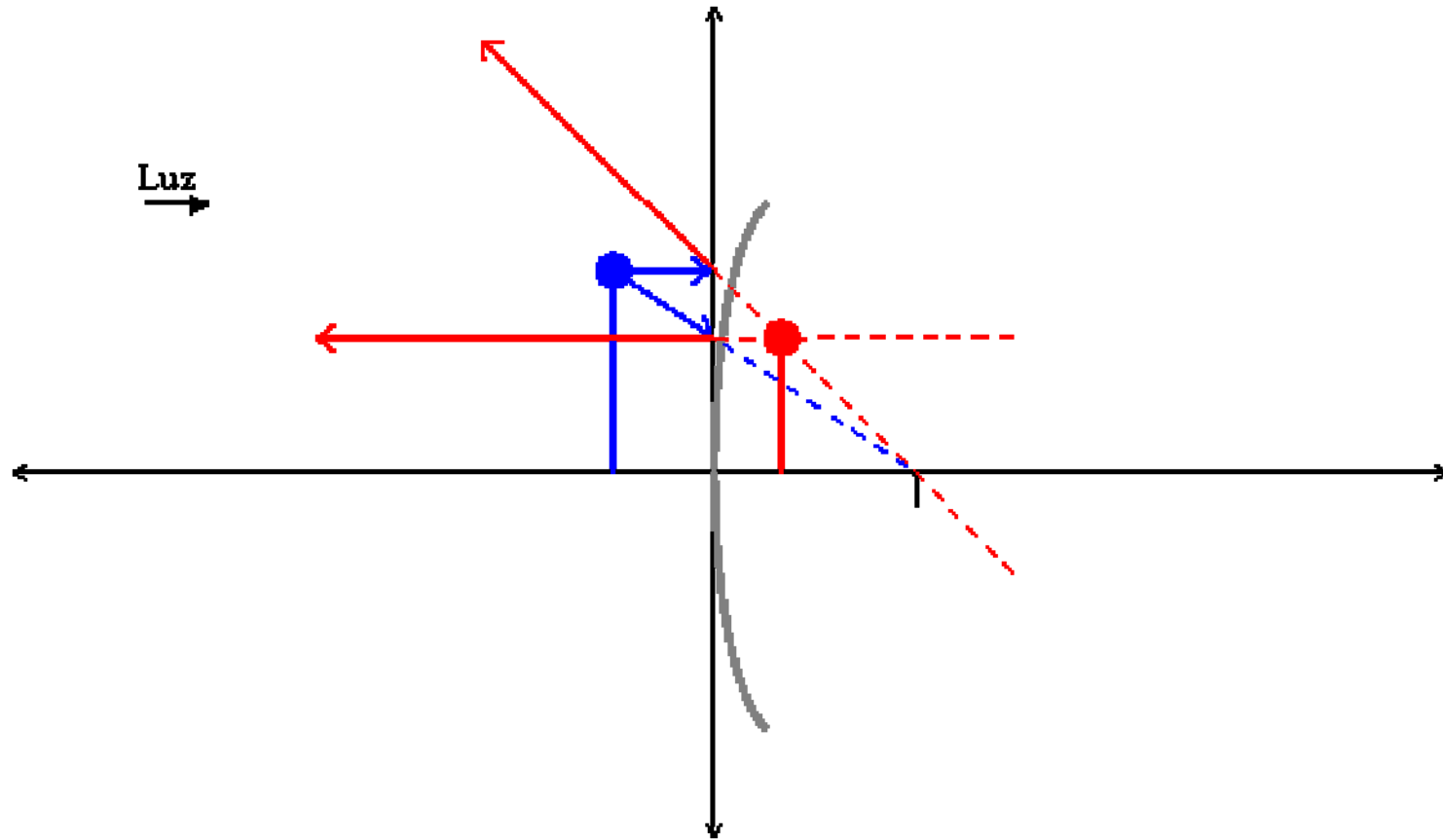
- $x_o = 0,8\text{m}$

- $x_i = -0,31\text{m}$ y el aumento es $A = 0,38$

¿Qué características tiene cada imagen?

Trazado de rayos

$$x_o = 0,3m \rightarrow x_i = -0,19m \text{ y } A = 0,625$$



Referencias	
	Objeto
	Imagen
	Rayo incidente
	Rayo reflejado

Refracción: dioptros esféricos

- Expresión general:

$$\frac{n_1}{x_o} - \frac{n_2}{x_i} = \frac{n_1 - n_2}{R}$$

- Aumento:

$$A = \frac{n_1 \cdot x_i}{n_2 \cdot x_o}$$

- Focos

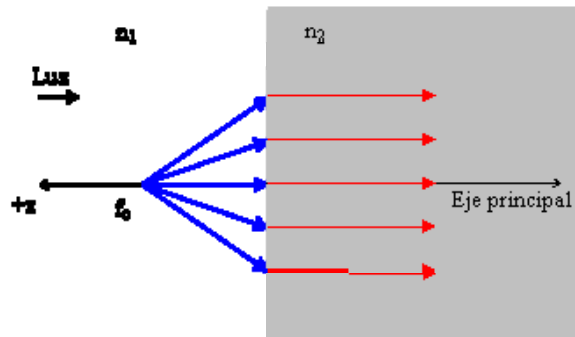
- Foco objeto ($x_i \rightarrow \infty$): $f_o = \frac{n_1 \cdot R}{n_1 - n_2}$

- Foco imagen ($x_o \rightarrow \infty$): $f_i = -\frac{n_2 \cdot R}{n_1 - n_2}$

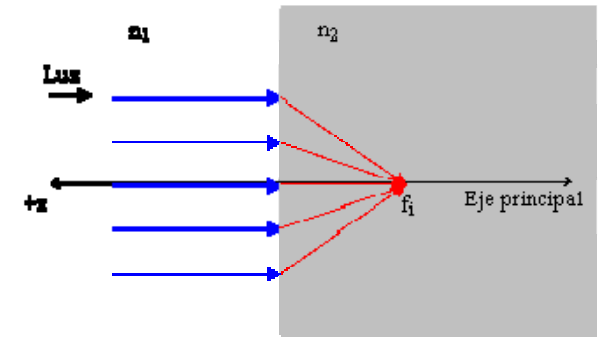
Refracción: dioptras esféricas

- Focos en dioptra convergente: reales

Objeto

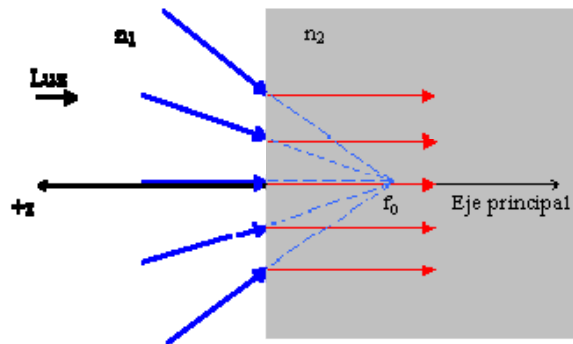


Imagen

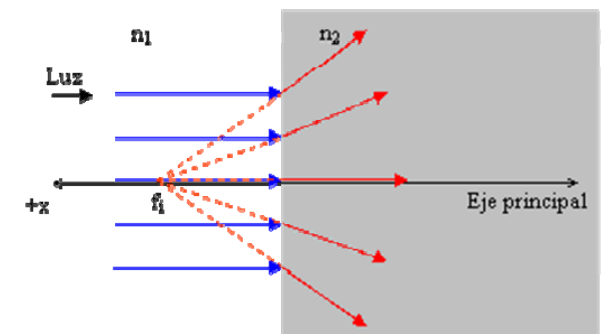


- Focos en dioptra divergente: virtuales

Objeto



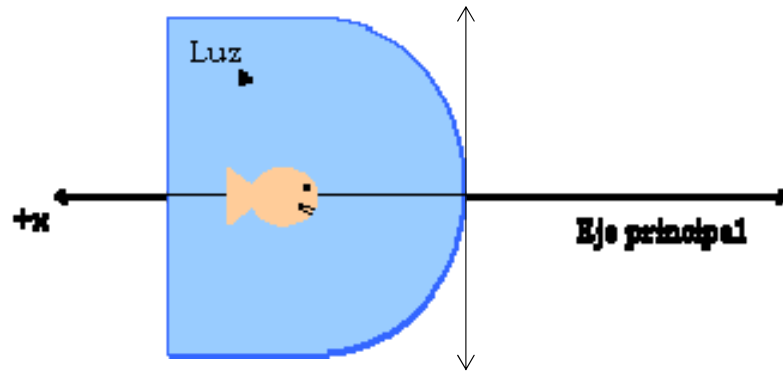
Imagen



Ejemplos

12. Una pecera esférica, tal que el espesor de vidrio es despreciable, se llena con agua ($n = 1,33$) y contiene un pez tropical que nada justo por su centro. El radio de la pecera es 34 cm. a) Encontrar la posición aparente del pez para un observador fuera de la pecera, y el aumento del pez. b) Suponiendo los rayos del sol como un haz de rayos paralelos, que ingresa por la superficie lateral de la pecera, ¿en qué punto se concentrarán?, ¿lo harán sobre el pez y podrán dañarlo?

Esquema y datos del problema



$$n_1 = 1,33 ; n_2 = 1 ; R = 0,34m ; x_o = 0,34m$$

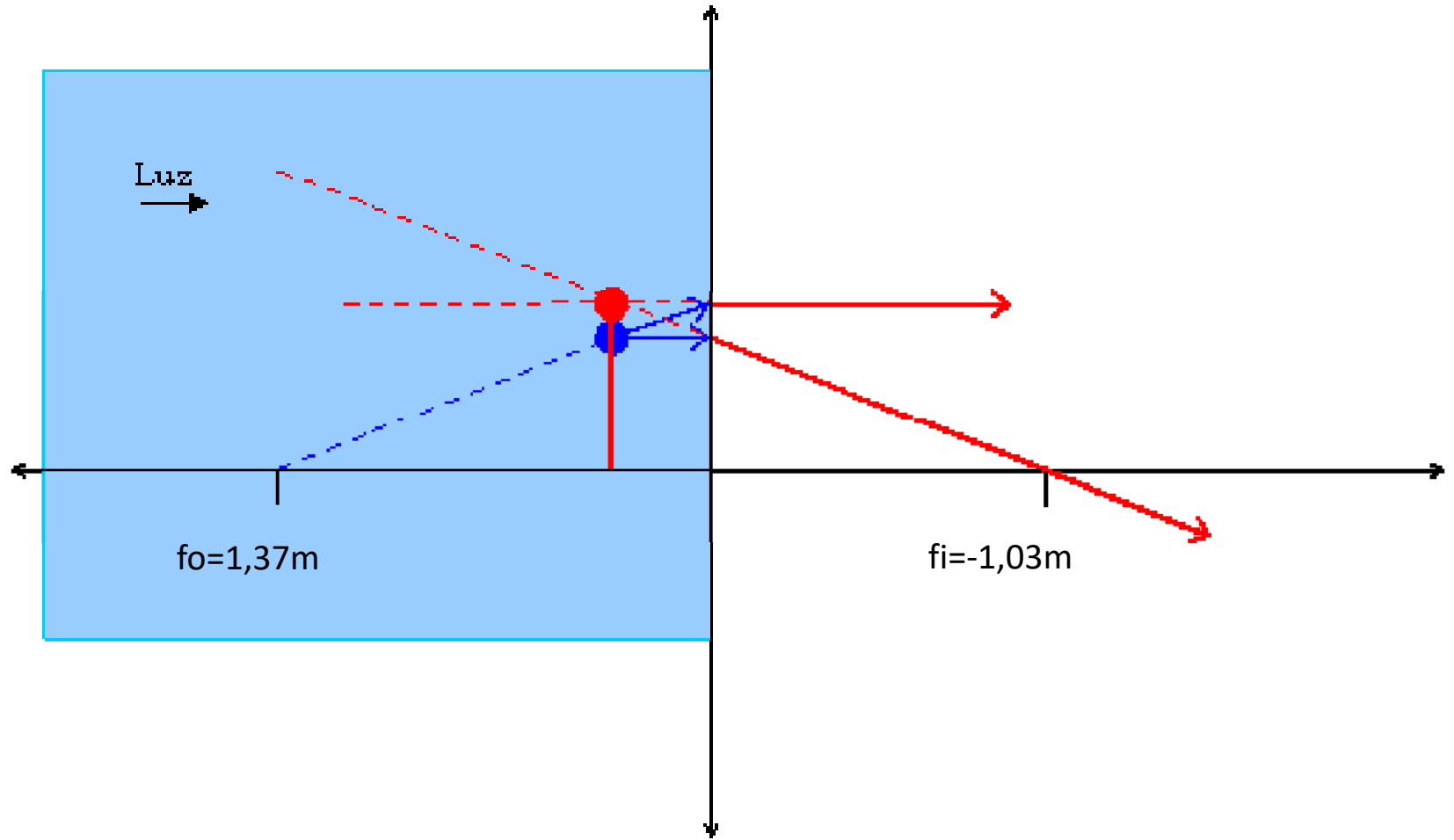
$$\frac{1,33}{0,34m} - \frac{1}{x_i} = \frac{0,33}{0,34m}$$


→ $x_i = 0,34m$ y el aumento es $A = 1,33$

Trazado de rayos en refracción

- Son 3 rayos que permiten caracterizar la formación de la imagen:
 - El rayo que pasaría por el objeto y el foco objeto, al refractarse sale paralelo al eje principal.
 - El rayo que pasaría por el objeto paralelo al eje principal, al refractarse pasaría por el foco imagen.
 - El rayo que pasaría por el objeto y el centro óptico, se refracta sin modificar su dirección.
- Importante:
 - Hay que indicar el sentido de propagación de la luz
 - La luz se refleja sobre el eje por la aproximación paraxial ($R \gg \lambda$)

Trazado de rayos



Referencias	
	Objeto
	Imagen
	Rayo incidente
	Rayo refractado

Refracción: lentes delgadas (2 dioptras cercanas)

- Expresión general:

$$\frac{1}{x_o} - \frac{1}{x_i} = \frac{n_L - n_M}{n_M} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) = \frac{1}{f_o}$$

- Aumento:

$$A = \frac{x_i}{x_o}$$

- Focos

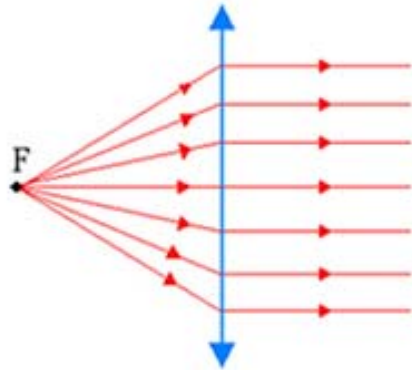
- Foco objeto ($x_i \rightarrow \infty$): $f_o = \frac{n_M}{n_L - n_M} \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} \right)$

- Foco imagen ($x_o \rightarrow \infty$): $f_i = -\frac{n_M}{n_L - n_M} \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} \right) = -f_o$

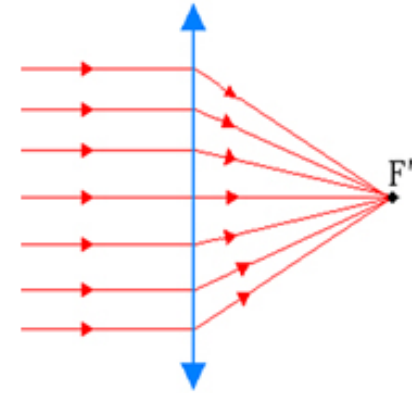
Refracción: lentes delgadas

- Focos en lente convergente: reales

Objeto

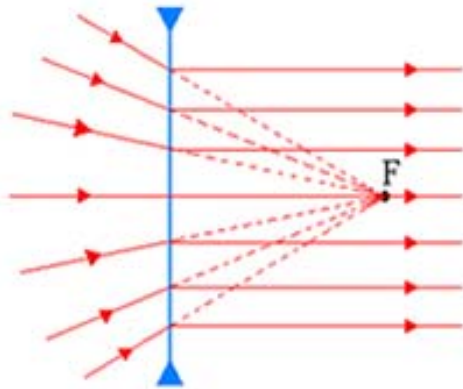


Imagen



- Focos en lente divergente: virtuales

Objeto



Imagen

