



Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

1. Un **espejo cóncavo** tiene  $1,5\text{ m}$  de **radio**. Un objeto de  $10\text{ cm}$  de **altura** se coloca a una **distancia** de  $1\text{ m}$  delante del espejo:

- Dibuja el **diagrama de rayos** que se corresponda con los datos. (0,75 pt.)
- Calcula la **posición, tamaño y características** de la imagen. (1,75 pt.)

2. Un objeto de  $4\text{ cm}$  de **altura** está situado  $20\text{ cm}$  por delante de un lente **convergente** de **distancia focal**  $12\text{ cm}$ :

- Dibuja el **diagrama de rayos** que se corresponda con los datos. (0,75 pt.)
- Calcula la **posición, tamaño y características** de la imagen. (1,75 pt.)

3. Al tomar datos con diferentes inclinaciones de los rayos de luz en una lámina de un determinado vidrio suspendida en el aire (índice  $n = 1$ ) se obtiene la siguiente tabla de datos para los ángulos (en grados) **incidentes** y **refractados**.

| $\theta_i$ (°) | $\theta_r$ (°) |
|----------------|----------------|
| 27             | 16             |
| 36             | 21             |
| 48             | 27             |
| 57             | 31             |

- Determina el **índice de refracción (media aritmética)** de este vidrio y estima su **incertidumbre (desviación estándar o pseudodesviación típica)**. Usa **2** decimales de precisión. (2 pt.)
- Indique en qué **condiciones** y a partir de **qué ángulo** se produciría una **reflexión total**. (1 pt.)

### 💡 CUESTIONES JUSTIFICADAS:

- I. En un **espejo convexo**, la **imagen** que se forma de un objeto situado **delante del espejo** es:



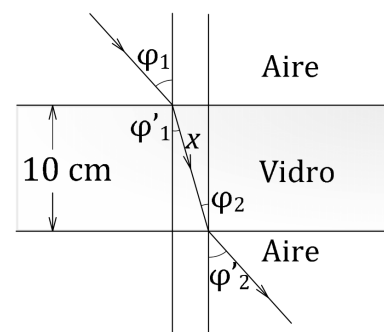
- Real, invertida** y de **menor** tamaño que el objeto.
- Virtual, invertida** y de **mayor** tamaño que el objeto.
- Virtual, derecha** y de **menor** tamaño que el objeto.

Justifícalo con el diagrama de rayos.

(0,75 pt.)



- II. Sobre una lámina de vidrio de caras **plano-paralelas**, de **espesor**  $10\text{ cm}$  y situada en el aire ( $n = 1$ ), incide un rayo de luz con un ángulo de **incidencia** de  $30^\circ$ . Sabiendo que el índice de refracción de este vidrio es  $1,50$ , la **longitud recorrida por el rayo en el interior de la lámina** (distancia **diagonal**  $x$  en el dibujo) es:



a.  $x = 28,3\text{ cm}$

b.  $x = 10,6\text{ cm}$

c.  $x = 16,1\text{ cm}$

(1,25 pt.)

### COMPLEMENTARIO

Un ojo **miope** tiene el **punto remoto** a  $125\text{ cm}$ . Calcula la **potencia** de la lente que se debe usar para que los rayos que vienen del infinito converjan en la retina del ojo. Razona si la lente tiene que ser **convergente** o **divergente**. (1 pt.)

1. Un **espejo cóncavo** tiene  $1,5\text{ m}$  de **radio**. Un objeto de  $10\text{ cm}$  de **altura** se coloca a una **distancia** de  $1\text{ m}$  delante del espejo:

- Dibuja el **diagrama de rayos** que se corresponda con los datos. (0,75 pt.)
- Calcula la **posición, tamaño y características** de la imagen. (1,75 pt.)

Datos:  $R = -1,5\text{ m} < 0$  ,  $S = -1\text{ m}$  ,  $y = 10\text{ cm} \Rightarrow$

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

 Ecuación de los espejos esféricos  $\Rightarrow \frac{1}{S'} + \frac{1}{-1} = \frac{2}{-1,5} \Rightarrow$

$$\frac{1}{S'} + \frac{1}{-1} = \frac{2}{-1,5} \Rightarrow \frac{1}{S'} = \frac{2}{-1,5} + 1$$

$$\frac{1}{S'} = \frac{2}{-3/2} + 1 = -\frac{4}{3} + 1 = -\frac{1}{3}$$

$S' = -3\text{ m}$  a la izquierda (imagen real)

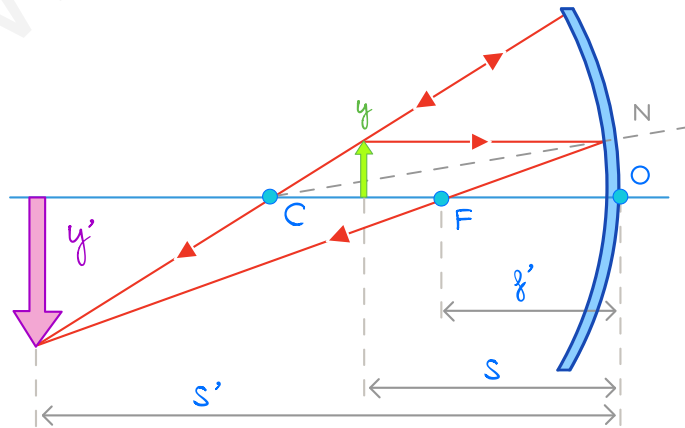
$A = \frac{y'}{y} = -\frac{S'}{S}$

 Aumento lateral en espejos esféricos

$$A = -\frac{S'}{S} = -\frac{-3}{-1} = -3 \text{ aumentos}$$

La imagen final es real como vimos antes, aumentada e invertida.

$$y' = y \cdot A = 10\text{ cm} \cdot (-3) = -30\text{ cm} \text{ (tamaño de la imagen)}$$



Espejo Cóncavo: Objeto situado entre C y F.

2. Un objeto de 4 cm de **altura** está situado 20 cm por delante de un lente **convergente** de **distancia focal** 12 cm :

- Dibuja el **diagrama de rayos** que se corresponda con los datos. (0,75 pt.)
- Calcula la **posición, tamaño y características** de la imagen. (1,75 pt.)

Datos:  $f' = 12 \text{ cm} > 0$  ,  $S = -20 \text{ cm}$  ,  $y = 4 \text{ cm} \Rightarrow$

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

Ecua<sup>ción</sup> de las lentes delgadas  $\Rightarrow \frac{1}{S'} - \frac{1}{-20} = \frac{1}{12} \Rightarrow$

$$\frac{1}{S'} = \frac{1}{12} - \frac{1}{20} = \frac{20-12}{240} = \frac{8}{240} \Rightarrow$$

$$S' = \frac{240}{8} = 30 \text{ cm a la derecha (imagen real)}$$

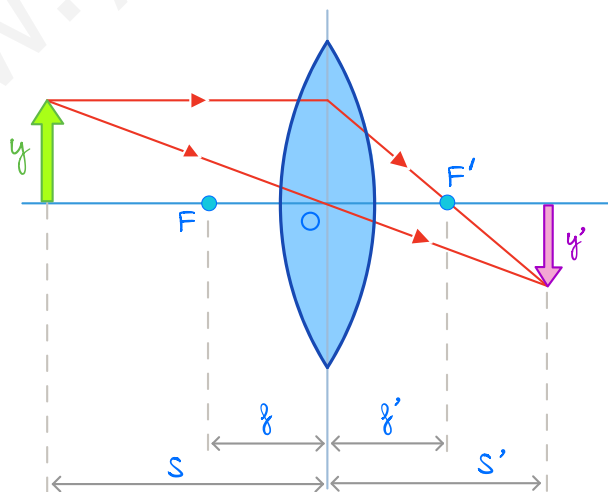
$$A = \frac{y'}{y} = \frac{S'}{S}$$

Aumento lateral en lentes delgadas

$$A = \frac{S'}{S} = \frac{30}{-20} = -1,5 \text{ aumentos}$$

La imagen final es real como vimos antes, aumentada e invertida.

$$y' = y \cdot A = 4 \text{ cm} \cdot (-1,5) = -6 \text{ cm (tamaño de la imagen)}$$



Lente convergente : Objeto situado con  $S > f$ .

3. Al tomar datos con diferentes inclinaciones de los rayos de luz en una lámina de un determinado vidrio suspendida en el aire (índice  $n = 1$ ) se obtiene la siguiente tabla de datos para los ángulos (en grados) **incidentes** y **refractados**.

| $\theta_i$ (°) | $\theta_r$ (°) |
|----------------|----------------|
| 27             | 16             |
| 36             | 21             |
| 48             | 27             |
| 57             | 31             |

- a. Determina el **índice de refracción (media aritmética)** de este vidrio y estima su **incertidumbre (desviación estándar o pseudodesviación típica)**. Usa 2 decimales de precisión. (2 pt.)
- b. Indique en qué **condiciones** y a partir de **qué ángulo** se produciría una **reflexión total**. (1 pt.)

a) Para calcular el índice de refracción utilizaremos la ley de Snell.

$$n_1 \cdot \sin \hat{i} = n_2 \cdot \sin \hat{r}$$

$n_1 = 1$  (índice del aire),  $n_2 = n$  es el índice que queremos calcular:  $n = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r}$

Completamos la tabla:

| $\theta_i$ | $\theta_r$ | $n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r}$ | Desviación absoluta<br>$\Delta n_i =  n_i - \bar{n} $ |
|------------|------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 27         | 16         | 1,65                                      | 0,01                                                  |
| 36         | 21         | 1,64                                      | 0                                                     |
| 48         | 27         | 1,64                                      | 0                                                     |
| 57         | 31         | 1,63                                      | 0,01                                                  |

Media  $\bar{n} = \frac{1,65 + 1,64 + 1,64 + 1,63}{4} \approx 1,64$

Incetidumbre (pseudodesviación típica)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Desviación estándar  
 $n = 4$  medidas

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,01^2 + 0^2 + 0^2 + 0,01^2}{3}} \approx 0,008 \approx 0,01$$

El índice de refracción es  $\bar{n} \pm \sigma = 1,64 \pm 0,01$

b)

$$n_1 \cdot \sin \hat{i} = n_2 \cdot \sin \hat{r}$$

Ley de refracción  
Snell - Descartes

$$n_1 \cdot \sin \ell = n_2 \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow \sin \ell = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \ell = \arcsen \frac{n_2}{n_1}$$

Ángulo límite

La reflexión total sólo es posible cuando  $n_1 > n_2$ , es decir, cuando la luz se transmite desde el vidrio hacia el aire.

$$\ell = \arcsen \frac{1}{1,64} \approx 37,57^\circ \quad (\text{Ángulo límite})$$

💡 CUESTIONES JUSTIFICADAS:

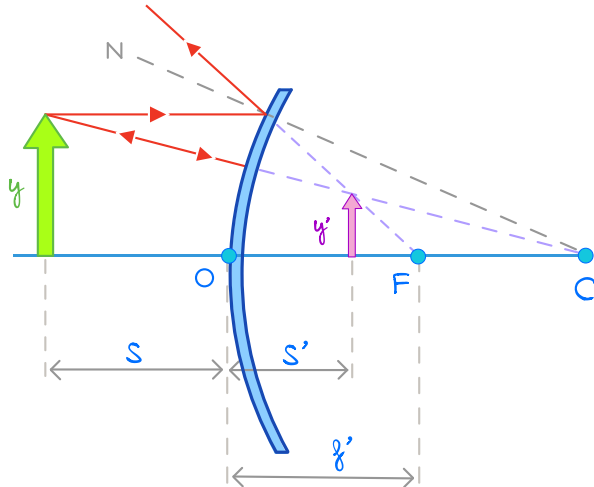
I. En un **espejo convexo**, la **imagen** que se forma de un objeto situado **delante del espejo** es:



- a. **Real**, **invertida** y de **menor** tamaño que el objeto.
- b. **Virtual**, **invertida** y de **mayor** tamaño que el objeto.
- c. **Virtual**, **derecha** y de **menor** tamaño que el objeto.

Justifícalo con el diagrama de rayos.

(0,75 pt.)



Espejo Convexo:

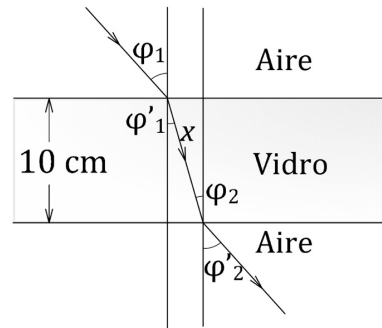
Cualquier posición.

Imagen virtual, reducida y derecha:

$$R > 0, f' > 0$$

La opción © es verdadera.

II. Sobre una lámina de vidrio de caras **plano-paralelas**, de **espesor** 10 cm y situada en el aire ( $n = 1$ ), incide un rayo de luz con un ángulo de **incidencia** de  $30^\circ$ . Sabiendo que el índice de refracción de este vidrio es 1,50, la **longitud recorrida por el rayo en el interior de la lámina** (distancia **diagonal**  $x$  en el dibujo) es:



a.  $x = 28,3 \text{ cm}$

b.  $x = 10,6 \text{ cm}$

c.  $x = 16,1 \text{ cm}$

(1,25 pt.)

El ángulo refractado  $\hat{r} = \varphi'_1$  en el diagrama.

$$\cos \hat{r} = \frac{\text{cateto contiguo (espesor)}}{\text{hipotenusa (diagonal)}} = \frac{10 \text{ cm}}{x} \Rightarrow x = \frac{10 \text{ cm}}{\cos \hat{r}}$$

$$n_a \cdot \sin \hat{i} = n_v \cdot \sin \hat{r} \Rightarrow \sin \hat{r} = \frac{n_a \cdot \sin \hat{i}}{n_v} = \frac{1 \cdot \sin 30^\circ}{1,5} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{2}} = \frac{1}{3}$$

$$\hat{r} = \sin^{-1} \left( \frac{1}{3} \right) \approx 19,47^\circ \Rightarrow$$

$$x = \frac{10 \text{ cm}}{\cos \hat{r}} = \frac{10 \text{ cm}}{\cos 19,47^\circ} \approx 10,6 \text{ cm}$$

La opción © es verdadera.

## COMPLEMENTARIO

Un ojo **miope** tiene el **punto remoto** a  $125 \text{ cm}$ . Calcula la **potencia** de la lente que se debe usar para que los rayos que vienen del infinito converjan en la retina del ojo. Razona si la lente tiene que ser **convergente** o **divergente**. (1 pt.)

Ojo miope. P.R. =  $-125 \text{ cm} = -1,25 \text{ m}$

$$\frac{1}{S'} - \frac{1}{S} = \frac{1}{f'} = P$$

Ecuación de las lentes delgadas

siendo  $S = -\infty$

$$S' = \text{P.R. miope} = -1,25 \text{ m}$$

$$\text{La potencia de la lente } P = \frac{1}{S'} - \frac{1}{S} = \frac{1}{-1,25} - \frac{1}{-\infty} = -0,8 \text{ m}^{-1}$$

$P = -0,8 \text{ D}$  La potencia negativa se corresponde con una lente divergente.  $g' < 0$ ,  $P < 0$

Los miopes tienen la vista corta (ven mal de lejos) porque los rayos que vienen desde el infinito convergen antes de alcanzar la córnea. Para abrir los rayos y que converjan más lejos (en la córnea), necesitamos intercalar (delante del ojo) una lente divergente correctamente graduada.