Nombre y apellidos: _____

1. Un **espejo cóncavo** tiene $1{,}5\ m$ de **radio**. Un objeto de $10\ cm$ de **altura** se coloca a una **distancia** de $1\ m$ delante del espejo:
   a. Dibuja el **diagrama de rayos** que se corresponda con los datos. (0,75 pt.)
   b. Calcula la **posición**, **tamaño** y **características** de la imagen. (1,75 pt.)

2. Un objeto de $4\ cm$ de **altura** está situado $20\ cm$ por delante de un lente **convergente** de **distancia focal** $12\ cm$:
   a. Dibuja el **diagrama de rayos** que se corresponda con los datos. (0,75 pt.)
   b. 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**.

θ_i (°)	θ_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.)

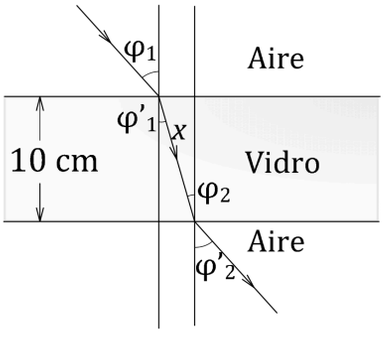
💡CUESTIONES JUSTIFICADAS:

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.)

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 $30°$. 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. $x = 28{,}3\ cm$ b. $x = 10{,}6\ cm$ c. $x = 16{,}1\ cm$ (1,25 pt.)

COMPLEMENTARIO

Un ojo **miope** tiene el **punto remoto** a $125\ cm$. 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 $1{,}5\ m$ de **radio**. Un objeto de $10\ cm$ de **altura** se coloca a una **distancia** de $1\ m$ delante del espejo:

   a. Dibuja el **diagrama de rayos** que se corresponda con los datos. (0,75 pt.)

   b. Calcula la **posición**, **tamaño** y **características** de la imagen. (1,75 pt.)

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

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

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

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

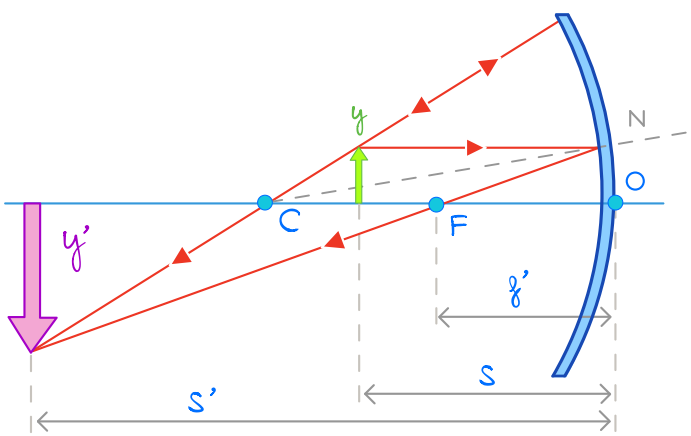
$s' = -3\,m$ a la izquierda (imagen real)

$\boxed{A = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}}$ 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.

$y' = y \cdot A = 10\,cm \cdot (-3) = -30\,cm$ (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** $12\ cm$:

   a. Dibuja el **diagrama de rayos** que se corresponda con los datos. (0,75 pt.)

   b. Calcula la **posición**, **tamaño** y **características** de la imagen. (1,75 pt.)

Datos: $f' = 12\,cm > 0$, $s = -20\,cm$, $y = 4\,cm$ $\Rightarrow$

$\boxed{\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}}$ Ecuación de las lentes delgadas $\Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-20} = \frac{1}{12} \Rightarrow$

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

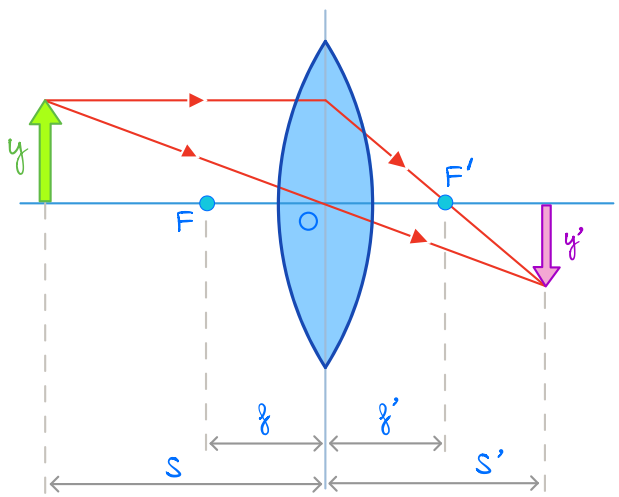
$s' = \frac{240}{8} = 30\,cm$ a la derecha (imagen real)

$\boxed{A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}}$ Aumento lateral en lentes delgadas

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

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

$y' = y \cdot A = 4\,cm \cdot (-1,5) = -6\,cm$ (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**.

θ_i (°)	θ_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. $\boxed{n_1 \cdot \operatorname{sen} \hat{i} = n_2 \cdot \operatorname{sen} \hat{r}}$

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

Completamos la tabla:

θ_i	θ_r	$n = \dfrac{\operatorname{sen}\theta_i}{\operatorname{sen}\theta_r}$	Desviación absoluta $\Delta n_i = \lvert n_i - \overline{n} \rvert$
27	16	1,65	0,01
36	21	1,64	0
48	27	1,64	0
57	31	1,63	0,01

Media $\overline{n} = \dfrac{1,65 + 1,64 + 1,64 + 1,63}{4} \simeq 1,64$

Incertidumbre (pseudodesviación típica) $\boxed{\sigma = \sqrt{\dfrac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}}$ Desviación estándar, $n = 4$ medidas

$\sigma = \sqrt{\dfrac{0,01^2 + 0^2 + 0^2 + 0,01^2}{3}} \simeq 0,008 \simeq 0,01$

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

b) $\boxed{n_1 \cdot \operatorname{sen} \hat{i} = n_2 \cdot \operatorname{sen} \hat{r}}$ Ley de refracción, Snell - Descartes

$\boxed{n_1 \cdot \operatorname{sen} \ell = n_2 \cdot \underbrace{\operatorname{sen} 90^\circ}_{1}}$ (ℓ: ángulo límite) $\Rightarrow \operatorname{sen} \ell = \dfrac{n_2}{n_1} \Rightarrow \ell = \operatorname{arc\,sen} \dfrac{n_2}{n_1}$

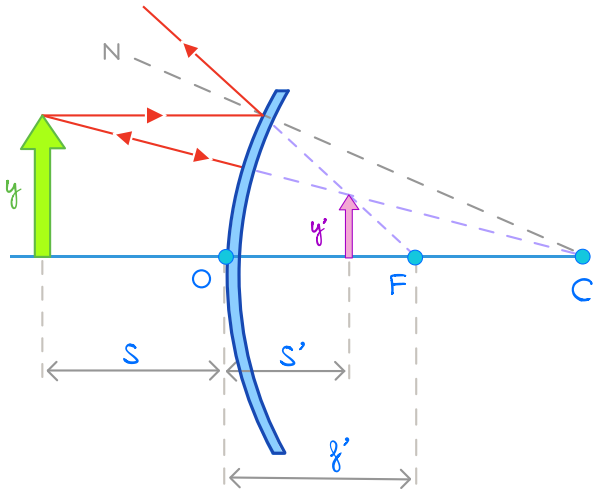
La reflexión total sólo es posible cuando $n_1 > n_2$, es decir, cuando la luz se transmita desde el vidrio hacia el aire.

$\ell = \operatorname{arc\,sen} \dfrac{1}{1,64} \simeq 37,57^\circ$ (Ángulo límite)

💡 CUESTIONES JUSTIFICADAS:

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

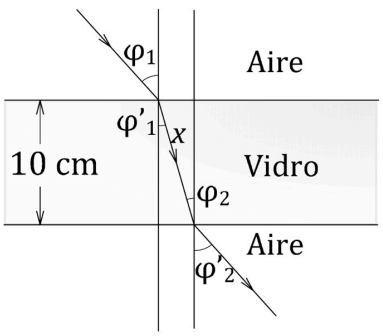
a. **Real**, **invertida** y de **menor** tamaño que el objeto.
b. **Virtual**, **invertida** y de **mayor** tamaño que el objeto.
c. **Virtual**, **derecha** y de **menor** tamaño que el objeto.
Justifícalo con el diagrama de rayos. (0,75 pt.)



Espejo Convexo:
Cualquier posición.
Imagen virtual, reducida y derecha:
$R>0, f'>0$

La opción (c) 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 $30°$. 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. $x = 28{,}3\ cm$ b. $x = 10{,}6\ cm$ c. $x = 16{,}1\ cm$ (1,25 pt.)

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

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

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

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

$$X = \frac{10\ cm}{\cos\hat{r}} = \frac{10\ cm}{\cos 19{,}47^\circ} \simeq 10{,}6\ cm$$

La opción (b) es verdadera.

COMPLEMENTARIO

Un ojo **miope** tiene el **punto remoto** a $125\ cm$. 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. $= -125\,cm = -1{,}25\,m$

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

Ecuación de las lentes delgadas

siendo $s = -\infty$

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

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

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

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.