



Nuestro problema consiste en hallar la distancia a los molinos de la figura enfocándolos con una lente y midiendo a qué distancia de ella se forma la imagen más nítida posible de los molinos sobre una pantalla.

En concreto se nos pregunta:

- ¿A qué distancia de nosotros se encuentran los molinos ?
- ¿Qué altura real tiene uno de estos molinos sobre el agua ?
- ¿Qué margen de error puede tener estas medidas?
- ¿Hasta qué distancia puede ser útil nuestro sistema de medición ?

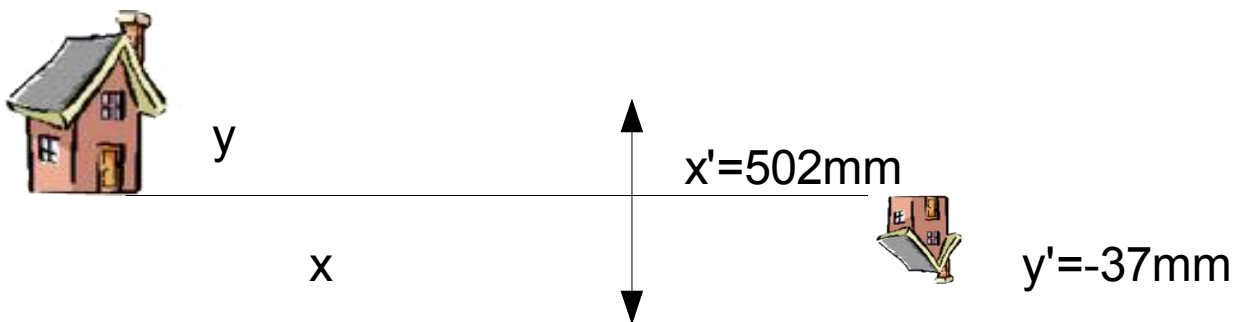
Los datos de nuestro problema son:

- Potencia de la lente: 2 dioptrías.
- Distancia a la pantalla con máxima nitidez: De 502 a 503 mm.
- Tamaño de un molino en la imagen: 37 mm.
- Mínimo desplazamiento medible de la lente: 0,5 mm.

Solución:

Como la lente es de 2 dioptrías, su distancia focal $f'=1/2=0,5 \text{ m}= 500\text{mm}$
 Cualquier objeto situado a una distancia infinita (en la práctica basta que la distancia sea muy grande) proporcionará una imagen nítida sobre una pantalla situada a esa distancia.

En el siguiente esquema vemos cómo se identifican los datos:



Notemos que el tamaño de la imagen se considera negativo (va en el sentido negativo del eje de ordenadas). Además para x' hemos elegido inicialmente el valor más pequeño para el que hay una imagen nítida.

En la siguiente ley de las lentes:

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

sustituimos los valores conocidos y despejamos $1/x=1/502-1/500$ de donde se deduce que $x=-125500 \text{ mm}=-125,5 \text{ m}$

El signo negativo sólo significa que el objeto se encuentra a la izquierda de la lente.

Si repetimos los cálculos con $x'=503 \text{ mm}$ obtenemos: $x= -83833 \text{ mm}= -83,833 \text{ m}$

Sólo podemos asegurar que la distancia hasta los molinos está comprendida entre 83,8 y 125 m.

Podríamos adoptar como valor más probable la media de los dos: **104 m con un margen de error**

de unos 20m.

El sistema no es perfecto porque el ojo humano tiene problemas para distinguir el punto exacto en que la imagen es más nítida. Podríamos haber empleado una lente más que amplificara la imagen y determinar así el punto de enfoque con mayor precisión. Ese sistema con dos lentes ya sería un telescopio. Si quieres entender mejor cómo miden distancias los topógrafos, usa este [enlace](#).

También podríamos calcular la altura del molino, utilizando para ello la ley que relaciona tamaños y distancias:

$\frac{y'}{y} = \frac{x'}{x}$ En nuestro caso: $y' = -37$ mm. Así que para $x' = 502$ mm y $x = -125$ m obtendríamos:

$$y = -37 \cdot (-125) / 502 = 9,2 \text{ m}$$

Y si tomamos $x' = 503$ mm y $x = -83,8$ m obtendríamos:

$$y = -37 \cdot (83,8) / 503 = 6,16 \text{ m.}$$

Tomando el valor medio, la altura sería de unos **7,7 m con un margen de error de 1,5 m.**

Según los datos, el menor desplazamiento de la lente que podemos medir es de 0,5 mm, así que, desplazando la lente 0,5 mm respecto a los 500 mm de valor de la distancia focal obtendríamos $x' = 500,5$ mm y de, acuerdo con el procedimiento empleado al principio, la distancia del objeto sería:

$$x = - \mathbf{500,5 \text{ m.}}$$

Esta es una estimación teórica. En la práctica, escasamente podríamos superar la mitad de ese valor teórico (como se puede apreciar en la experiencia simulada).