

Posición y tamaño de la imagen en un espejo esférico

Geoméricamente se pueden establecer fórmulas que relacionen la posición y el tamaño de la imagen obtenida por el espejo esférico con la posición y el tamaño del objeto.

Para aplicar las fórmulas que permiten calcular la posición y el tamaño de la imagen generada por un espejo hay que utilizar un conjunto de **normas DIN** válidas para cualquier sistema óptico:

- Las figuras se dibujan de modo que la luz entre por la izquierda y se propague hacia la derecha.
- Para medir las distancias y el tamaño se sitúa un sistema cartesiano con centro en el vértice del espejo, O, y cuyo eje X coincide con su eje óptico. Se consideran positivas todas las mediciones que estén a la derecha de O y encima del eje óptico (valores positivos de X e Y), y negativas las contrarias. De acuerdo con este criterio, el foco del espejo cóncavo está en la zona de los valores negativos, y el foco del espejo convexo, en la de los valores positivos.
- Los valores referidos al objeto se señalan con las letras s (distancia a O) e y (tamaño), y los referidos a la imagen se señalan con las mismas letras añadiéndole el signo «'»: s', y'.

La ecuación fundamental del espejo esférico es:

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$$

Recuerda que $r = 2 \cdot f$, donde r es el radio del espejo, es decir, la distancia entre O y C. Y f es su distancia focal; es decir, la distancia entre O y F.

Se llama **aumento lateral** a la relación entre el tamaño del objeto y el de la imagen (► Figura 7.14). En los espejos esféricos se cumple que:

$$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

Normas DIN

DIN (Deutsches Institut für Normung, Instituto Alemán de Normalización). Es un organismo que establece normas estándar en el campo de la industria, similares a las normas ISO.

Algunas de ellas tienen gran aceptación internacional, como la norma DIN que define los tamaños del papel.

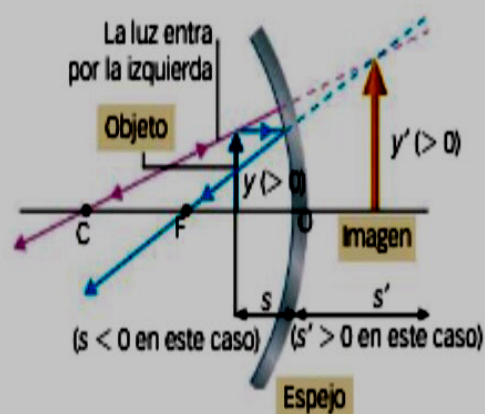


Figura 7.14. Normas DIN aplicadas al caso de un espejo esférico.

Para un dioptrio esférico se dedujo que la suma de las distancias focales era igual al radio del dioptrio. Como en un espejo esférico las dos distancias focales son iguales, resulta que:

$$f + f' = r \Rightarrow f = f' = \frac{r}{2}$$

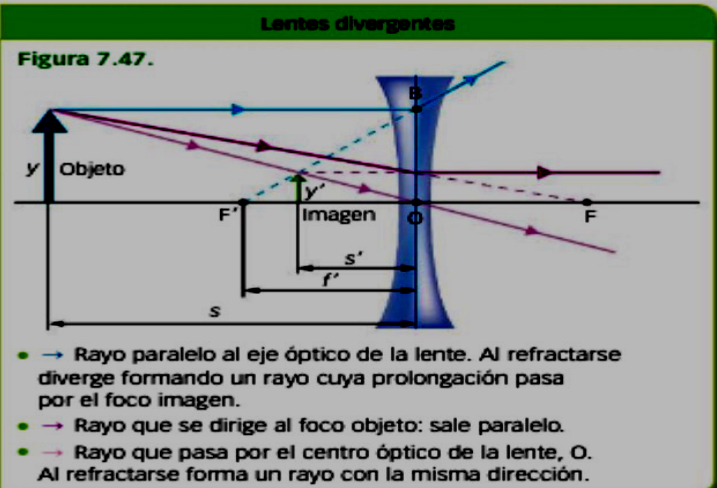
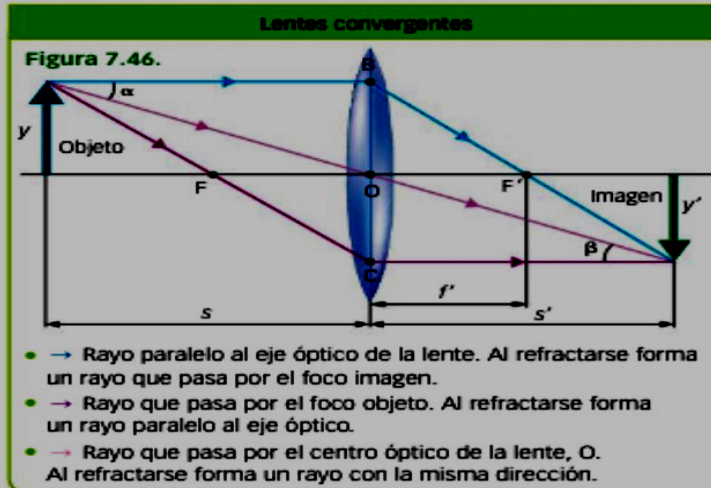
En los espejos esféricos la distancia focal objeto es igual a la distancia focal imagen. En un espejo cóncavo la distancia focal tiene el signo negativo y en un espejo convexo positivo.

3.4. Imagen formada por lentes delgadas

De forma similar a como vimos con los espejos, podremos construir la imagen que da una lente de cualquier objeto siguiendo dos de los rayos mostrados en las figuras 7.46 y 7.47.

- Cuando la imagen se forma por intersección de rayos, es una **imagen real**.
- Si la imagen se forma por intersección de las prolongaciones de los rayos (líneas discontinuas), es una **imagen virtual**.

Observa que el foco objeto (F) está a la misma distancia del centro óptico de la lente (punto O) que el foco imagen (F'), y es simétrico a él.



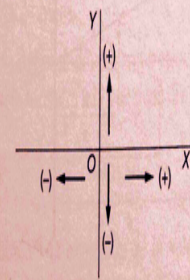
Utilizando las normas DIN se puede calcular la **distancia** a la que aparece una imagen, en función de la distancia a la que se encuentra el objeto de la lente y la distancia focal.

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

Se llama **aumento lateral** a la relación entre el tamaño de la imagen y el del objeto:

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

En las lentes se considera el centro óptico, O, como el centro de coordenadas. Todas las magnitudes que queden a la derecha serán positivas, y las que queden a la izquierda, negativas. Las magnitudes que queden por encima serán positivas, y las que queden por debajo, negativas.



Potencia de una lente

Se denomina **potencia de la lente** a la inversa de su distancia focal; su unidad en el sistema internacional es la **dioptría** (D). $1 \text{ D} = 1 \text{ m}^{-1}$.

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

- Si la lente es convergente, el foco imagen (F') está a la derecha. De acuerdo con el criterio de signos, será una distancia positiva y la potencia tendrá un valor positivo.
- Si la lente es divergente, el foco imagen (F') está a la izquierda. De acuerdo con el criterio de signos, será una distancia negativa y la potencia tendrá un valor negativo.

Lente	f'	f	P
Convergente	Positiva	Negativa	Positiva
Divergente	Negativa	Positiva	Negativa

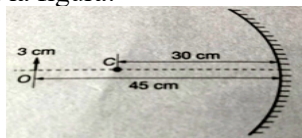
	Foco Objeto	Foco Imagen	Fórmula General	Aumento Lateral
Espejos planos	$s' = -s$	$f' \rightarrow \infty$	$s' = -s$	$\beta = 1$
Espejos esféricos	$f = \frac{r}{2}$	$f' = \frac{r}{2}; f = f'$	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$	$\beta = -\frac{s'}{s}$
Lentes	$P = \frac{1}{f}$	$P = \frac{1}{f'}$	$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$	$\beta = \frac{s'}{s}$

EJERCICIOS ANEXO ÓPTICA GEOMÉTRICA (CUANTITATIVA)

1.- Un objeto de 4 cm de altura se coloca delante de un espejo cóncavo de 40 cm de radio de curvatura. Determina la posición tamaño y naturaleza de la imagen en los dos casos siguientes:

- Cuando el objeto se encuentra a 60 cm del espejo.
- Cuando se encuentra a 10 cm.

2.- Un objeto O, de 3 cm de altura, que está situado a 45 cm de del vértice de un espejo esférico cóncavo, de 30 cm de radio de curvatura, tal y como indica la figura:



- Calcula la posición y el tamaño de la imagen. Indica si la imagen es real o virtual.
- Comprueba gráficamente el resultado mediante un trazado de rayos.
- Sustituimos el espejo cóncavo por uno plano. Para la misma posición del objeto averigua a qué distancia del espejo estará la imagen.

3.- Dado un espejo que forma una imagen real, invertida y de medida doble de los objetos situados a 20 cm:

- Calcula el radio de curvatura del espejo.
- Calcula la posición de la imagen.
- Dibuja un esquema que muestre la marcha de los rayos.

4.- Determina gráficamente y analíticamente la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 0,03 m de altura, situado en el eje óptico a 0,4 m del centro óptico de un espejo convexo a una distancia focal de 0,1 m.

5.- La imagen de un objeto reflejada por un espejo convexo de radio de curvatura 15 cm es virtual, derecha, tiene una altura de 1 cm y está situada a 5 cm del espejo.

- Determina la posición y la altura del objeto.
- Dibuja el diagrama de rayos correspondiente.

6.- Un objeto se encuentra a 20 cm de una lente convergente delgada cuya distancia focal imagen es de 4 cm. Calcula:

- La posición de la imagen.
- el aumento de la imagen.

7.- Se sitúa un objeto de 5 cm de tamaño a una distancia de 20 cm de una lente delgada convergente de distancia focal 10 cm, como muestra la figura.

- Indica las características de la imagen a partir del trazado de rayos.
- Calcula el tamaño y la posición de la imagen y la potencia de la lente.

8.- Un objeto está situado 1 cm a la izquierda de una lente convergente de 2cm de distancia focal.

- Determina la posición de la imagen y el aumento lateral.
- Realiza el diagrama de rayos correspondiente.

9.- Enfrente de una lente convergente de 25 cm de distancia focal y a 30 cm de ella se encuentra un objeto de 1 cm de altura. Determina:

- La posición.
- El tamaño de la imagen y las características de la imagen.

10.- Supongamos un sistema óptico consistente en una lente divergente delgada que tiene una distancia focal en valor absoluto de 8 cm. Determina la posición, tamaño y naturaleza de la imagen que se obtiene de un objeto de altura 2,5 cm que se sitúa a una distancia de 12 cm de la lente:

- Cualitativamente mediante el trazado de rayos
- Cuantitativamente, mediante el uso de fórmulas correspondientes.
- Demuestra razonadamente el tipo de imagen que se obtiene con una lente divergente. ¿Qué problema de visión corrige?

11.- Tenemos una lente de $-4,2$ dioptrías de potencia. Ponemos un objeto delante de la lente a 50 cm de distancia.
a) ¿Dónde se forma la imagen y de qué tipo es?. Haz un diagrama de rayos y los cálculos pertinentes.
b) ¿Cuál es el aumento obtenido?.
c) Si se puede, ¿dónde deberíamos poner el objeto para obtener una imagen real?. Justifica la respuesta.

12.- Cierta lente delgada de distancia focal cuyo valor absoluto es de 6 cm genera, de un objeto real, una imagen derecha y menor, de 1 cm de altura y situada 4 cm a la izquierda del centro óptico. Determina

- a) La posición y el tamaño del objeto.
b) El tipo de lente (convergente/divergente) y realiza su diagrama de rayos.

13.- Queremos obtener, con una lente delgada, una imagen virtual y derecha de 20 cm de un objeto de 10 cm de altura situado a una distancia de 2 m de la lente.

- a) Indica el tipo de lente que hay que utilizar. Razona la respuesta.
b) Calcula la potencia, en dioptrías, de dicha lente.
c) Realiza el diagrama de rayos correspondiente.

14.- Una lente convergente de un proyector de diapositivas que tiene una distancia focal de $+16$ cm, proyecta una imagen nítida de una diapositiva de 3 cm de alto, sobre una pantalla que se encuentra a 4 m de la lente.

- a) Dibuja un diagrama de rayos de forma aproximada de la situación planteada.
b) ¿A qué distancia de la lente está colocada la diapositiva (objeto)?
c) ¿Cuál es el aumento de la imagen formada por el proyector en la pantalla?

15.- Un objeto luminoso de 2 mm de altura está situado a 4 m de distancia de una pantalla. Entre el objeto y la pantalla se coloca una lente esférica delgada L , de distancia focal desconocida, que produce sobre la pantalla una imagen tres veces mayor que el objeto.

- a) Determina la naturaleza de la lente L , así como su posición respecto al objeto y la pantalla.
b) Calcula la distancia focal, la potencia de la lente L y efectúa la construcción geométrica de la imagen.

16.- Un objeto luminoso está situado a 6 m de una pantalla. Una lente, cuya distancia focal es desconocida, forma sobre la pantalla una imagen real, invertida y cuatro veces mayor que el objeto.

- a) ¿Cuáles son la naturaleza y posición de la lente?. ¿Cuál es el valor de su distancia focal?.
b) Se desplaza la lente de manera que se obtenga sobre la misma pantalla una imagen nítida, pero de tamaño diferente a la obtenida anteriormente. ¿Cuál es la nueva posición de la lente y el nuevo valor del aumento?.

17.- Enfrente de un espejo convexo de 40 cm de radio de curvatura y a 25 cm de él se encuentra un objeto de $0,5$ cm de altura, perpendicular a su eje:

- a) Determina la posición y el tamaño de la imagen.
b) ¿Cuál debería ser la potencia de una lente delgada para que la posición y el tamaño de la imagen fueran las mismas que las obtenidas con el espejo?

18.- Disponemos de una cámara fotográfica de objetivo fijo (lente delgada convergente) cuya distancia focal es 120 mm (teleobjetivo). La película, o sensor fotográfico, está situada a 14 cm del objetivo. ¿A qué distancia del objeto que queremos fotografiar debemos colocar el objetivo de la cámara para que su imagen se forme nítidamente sobre la película?. Si la altura de la película fotográfica es $h=24$ mm, determina la máxima altura del objeto para que salga entero en la fotografía.

19.- Se dispone de una lente convergente (lupa) de distancia focal $f'=5$ cm, que se utiliza para mirar sellos. Calcula la distancia a la que hay que situar los sellos respecto de la lente si se quiere obtener una imagen virtual

- I) Diez veces mayor que la imagen original II) Veinte veces mayor que la imagen original.

20.- Enfrente de un espejo convexo de 40 cm de radio de curvatura y a 25 cm de él se encuentra un objeto de $0,5$ cm de altura, perpendicular a su eje:

- a) Determina la posición y el tamaño de la imagen.
b) ¿Cuál debería ser la potencia de una lente delgada para que la posición y el tamaño de la imagen fueran las mismas que las obtenidas con el espejo?