

SESIÓN Nº 5: MEDIDA DEL RADIO DE CURVATURA DE ESPEJOS ESFÉRICOS CÓNCAVOS Y CONVEXOS.



TRABAJO PREVIO

1. Conceptos fundamentales
2. Cuestiones

1. Conceptos fundamentales

- **Invariante de Abbe.** La ecuación del invariante de Abbe proporciona la posición imagen de un objeto a través de una superficie esférica, ya sea un espejo o una superficie refractante. Dicha ecuación es:

$$n\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{s}\right)=n'\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{s'}\right) \quad (5.1)$$

donde n y n' denotan, respectivamente los índices de refracción objeto e imagen, R es el radio de curvatura de la superficie esférica, s es la distancia del vértice al objeto y s' es la distancia del vértice a la imagen. Dicha ecuación se aplica teniendo en cuenta el criterio de signos para distancias utilizado en óptica geométrica.

- **Ecuaciones para un espejo**

En el caso de un espejo esférico, la ecuación (5.1) adopta la expresión siguiente (sin más que aplicar que para un espejo $n = -n'$):

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} \quad (5.2)$$

- **Formación de imágenes por espejos cóncavos y convexos.**

De la aplicación de la ecuación (5.2) se deducen fácilmente los siguientes resultados en cuanto a la posición y características de las imágenes formadas por un espejo convexo (radio positivo):

- a) Para objetos reales, la imagen es siempre virtual y derecha.
- b) El aumento $-s'/s$ crece cuando el objeto se acerca al espejo desde un punto alejado del mismo.

Para un espejo cóncavo, tenemos que:

- a) Para objetos reales, la imagen es real e invertida si el objeto está más allá del foco del espejo. Si está entre el foco y el espejo, la imagen es virtual y derecha.
- b) El aumento crece conforme acercamos el objeto al espejo desde un punto alejado del mismo.

• Elementos cardinales en espejos esféricos

De la aplicación de la ecuación (5.2) se deduce inmediatamente que los focos objeto e imagen de un espejo esférico coinciden en el punto medio entre su vértice y su centro de curvatura. (rayos 1 y 2 en la figura 5.1).

En cualquier espejo esférico, los puntos antiprincipales coinciden con los nodales, y se sitúan en el centro de curvatura (rayo 3 en la figura 5.1). Los puntos antinodales coinciden con los principales, y se sitúan en el vértice (rayo 4 en la figura 5.1). Esto puede comprobarse con la construcción gráfica usual para determinar la posición de los puntos nodales y antinodales de un sistema óptico, utilizando su definición (todo rayo que entre al sistema pasando por el

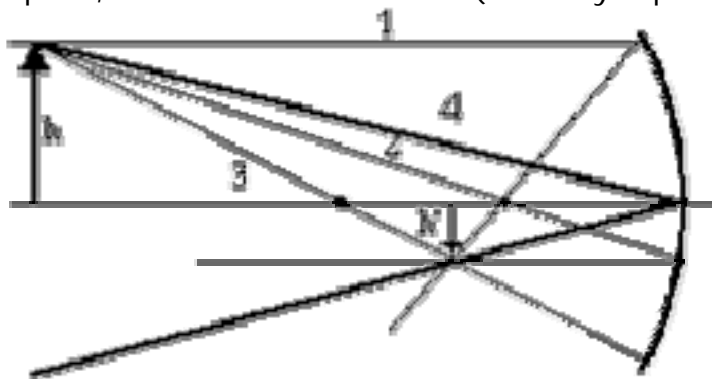


Figura 5.1

punto nodal objeto sale del mismo paralelo al de entrada, pasando por el punto nodal imagen o antiparalelo al de entrada en el caso del punto antinodal) y las propiedades del plano focal objeto de todo sistema óptico (cualquier pareja de rayos que parta de un punto del plano focal objeto de un sistema óptico, salen paralelos entre sí del mismo).

2. Cuestiones

1. Calcular dónde formará la imagen de un objeto a 50 cm de su vértice, y el correspondiente aumento lateral:
 - a) un espejo cóncavo de -25 cm de radio.
 - b) un espejo convexo de 25 cm de radio.
2. En un espejo de feria, se forman imágenes achatadas de las personas, de forma que parecen mucho más bajitas y anchas de lo que son. ¿Se trata de un espejo cóncavo o convexo?
3. En un espejo de feria, se forman imágenes alargadas de las personas, de forma que parecen mucho más altas y delgadas de lo que son. ¿Se trata de un espejo cóncavo o convexo?
4. Calcula gráficamente la posición de la imagen que da el siguiente espejo cóncavo del objeto y:



GUIÓN DE LA SESIÓN DE PRÁCTICAS Nº 5

Objetivo de la práctica

En esta práctica nos proponemos realizar la medida del radio de curvatura de un espejo convexo, y de dos espejos cóncavos.



Realización del experimento

A) Espejo convexo.

Siguiendo el montaje que se muestra en la figura 5.2, utilizaremos como objeto el filamento de una pequeña bombilla. Si tenemos en cuenta la fórmula de los espejos (ecuación (5.2) del Trabajo Previo), conocida la posición del objeto con respecto al vértice del espejo (s), la posición s' de la imagen que el espejo dé del objeto será la que nos permita calcular el radio de curvatura R del mismo.

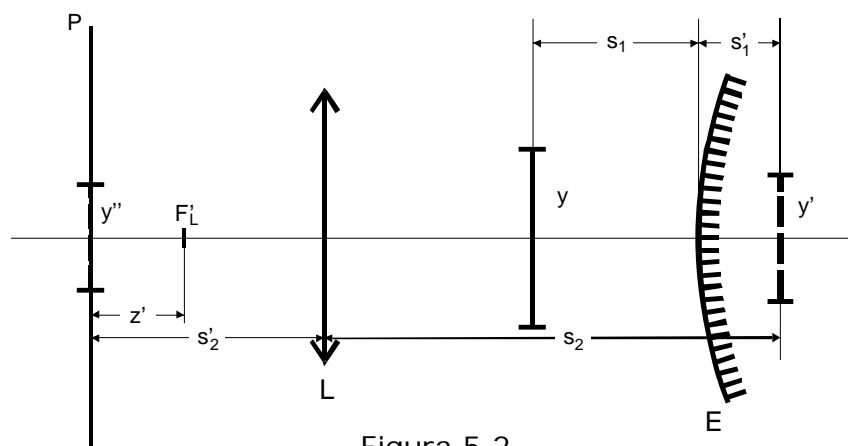


Figura 5.2

Sin embargo, dado que el espejo es convexo, dicha imagen es virtual (y derecha, como puede apreciarse en la figura 5.3), por lo que nos será imposible determinar su posición reuniéndola en una pantalla. Para solucionar este



Figura 5.3

inconveniente nos ayudaremos de una lente convergente L de focal conocida (20 cm) que situaremos delante del objeto, y que dará de la imagen y' una segunda imagen y'' que sí podrá ser visualizada en una pantalla (ver figura 5.2). Aplicando la ecuación de Gauss y dado que podremos medir s'_2 (distancia lente-pantalla), podremos obtener la distancia de y' a la lente (s_2), y a continuación la distancia de y' al vértice del espejo convexo (s'_1), utilizando la distancia espejo-lente. Una vez conocida s'_1 , mediremos s_1 (distancia del objeto luminoso al espejo). Podemos ya entonces

aplicar la ecuación de los espejos para calcular R del espejo convexo, utilizando s_1 y s'_1 . Es importante asegurarse de que la imagen que se recoge en la pantalla es la que proporciona la lente, a partir de la imagen y' que da el espejo de nuestro objeto, y no una imagen del objeto. También se valora un uso correcto del criterio de signos de acuerdo con el sentido de propagación de la luz en cada proceso formador de imágenes.

Se repetirá el proceso colocando el objeto en al menos diez posiciones distintas, discutiendo la concordancia de los resultados y sus posibles causas.

B) Espejo cóncavo.

Debemos diseñar un experimento de medida para el radio de curvatura de un espejo cóncavo, ensayarlo con el material que se proporciona o solicitándolo al profesor si no lo tenemos en el puesto. Se explicará el método (o métodos, preferiblemente) utilizados, y se obtienen los resultados para los dos espejos cóncavos de que se dispone. En la figura 5.4, no podemos apreciar la imagen que da el espejo porque ésta está fuera del rango de enfoque para la cámara con la que se realizó la fotografía.



Figura 5.4