

# Óptica Geométrica

## Óptica geométrica: conceptos previos y convenio de signos.

La óptica geométrica estudia los fenómenos ópticos que pueden explicarse aplicando el concepto de rayo. Es una aproximación muy útil en el diseño práctico de muchos sistemas e instrumentos ópticos. En la óptica geométrica no se tienen en cuenta las propiedades ondulatorias ni corpusculares de la luz. Los rayos son:

- **Reversibles en su propagación**, es decir, se propagan de la misma forma en un sentido que en otro.
- **Independientes de otros rayos**, o sea, el cruce de dos o más rayos no afecta a la trayectoria.

Cuando los rayos que parten de un mismo punto se concentran en otro distinto, se dice que *el segundo punto es imagen del primero*.

### Algunos conceptos:

- **Dioptrio**: conjunto formado por dos medios transparentes, con índices de refracción distintos, separados por una superficie (plana o esférica)
- **Centro de curvatura**: es el centro de la superficie esférica a la que pertenece el dioptrio
- **Radio de curvatura**: es el radio de la superficie esférica
- **Sistema óptico**: conjunto de varios dioptrios, **eje óptico**: eje común a todos los dioptrios de un sistema óptico.
- **Imagen real**: imagen formada al converger todos los rayos que atraviesan (o se reflejan) un sistema óptico en un punto.
- **Imagen virtual**: son las prolongaciones de los rayos que atraviesan (o se reflejan) un sistema las que convergen en un punto.
- **Foco objeto (F)**: los rayos que salen de un objeto situado en el foco salen paralelos al eje óptico después de atravesar el sistema óptico ( $s' \rightarrow \infty$ ). **Distancia focal objeto (f)** es la distancia entre el foco objeto y el vértice de la superficie del dioptrio.
- **Foco imagen (F')**: los rayos de luz que entran paralelamente ( $s \rightarrow \infty$ ) al dioptrio convergen en un punto llamado foco imagen, la **distancia focal imagen (f')** es la distancia F'O
- **Aumento lateral( $\beta$ )**: es la relación entre el tamaño de la imagen y del objeto ( $\frac{y'}{y}$ )

### Convenio de signos (norma DIN)

- a) las letras que hacen referencia a una imagen son las mismas que las del objeto, pero utilizando el carácter "prima", ejemplo:  $s - s'$ ,  $y - y'$ ,  $o - o'$ ,...
- b) el camino de los rayos de luz va siempre de izquierda a derecha
- c) el vértice del dioptrio (superficie del dioptrio) se toma como sistema de referencia, por tanto, las posiciones (o magnitudes lineales) a la izquierda se toman negativas y a la derecha positivas
- d) las distancias al eje óptico se toman positivas hacia arriba y negativas hacia abajo
- e) los ángulos que los rayos forman con el eje óptico son positivos al ir hacia el eje por el camino más corto en sentido contrario a las agujas del reloj.

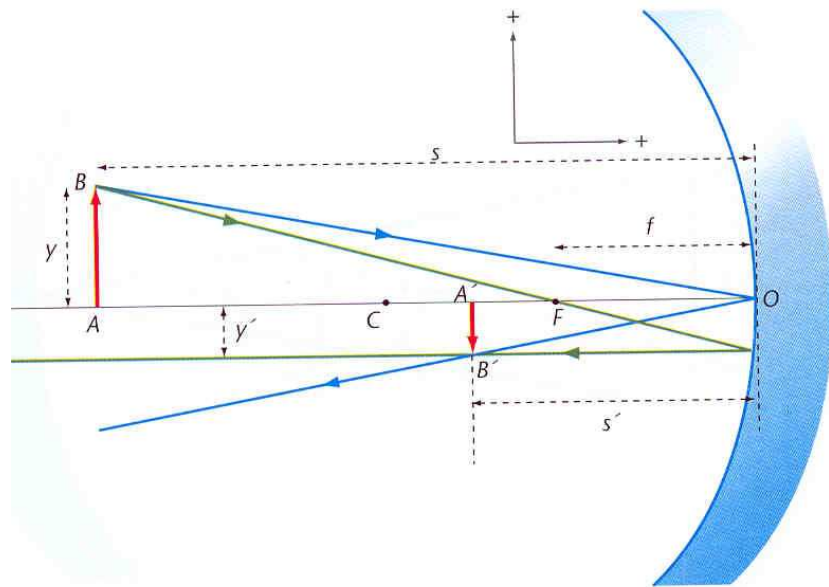


Figura 1: Convenio de signos y nomenclatura

### Algunas ecuaciones:

- Ecuación fundamental del dioptrio:  $\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{R}$ . Dioptrio plano  $R \rightarrow \infty$ , espejo  $n' = -n$ .
- Aumento lateral:  $\beta = \frac{y'}{y} = \frac{ns'}{n's}$
- Ecuación de los espejos:  $\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$ , donde  $f = f' = \frac{R}{2}$ .

### Formación de imágenes en los espejos esféricos.

En general para la construcción de imágenes tendremos en cuenta el siguiente procedimiento:

- Usa papel milimetrado y compás.
- Traza el eje principal.
- Elige la escala adecuada.
- Señala O, C, y F.
- Traza los rayos con la máxima precisión.

En el caso particular de los **espejos esféricos** utilizaremos los siguientes rayos:

1. Un rayo que al pasar por C (centro de curvatura) entrará perpendicular a la superficie, y por tanto, no se desvía.
2. Un rayo paralelo al eje óptico, que al reflejarse pasará por el foco (en los espejos cóncavos). Si es un espejo convexo la prolongación del rayo reflejado es la que pasará por el foco.
3. Un rayo (o su prolongación) que pase por el foco, el cual saldrá paralelo al eje óptico.

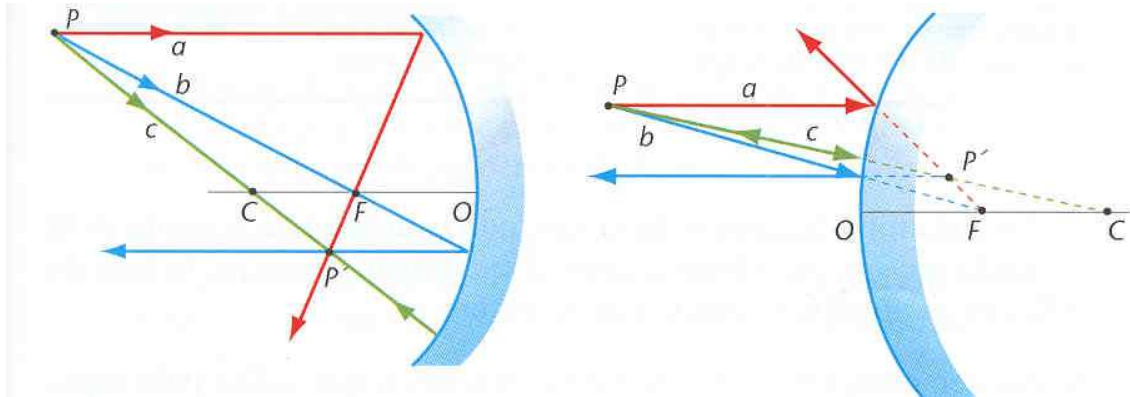


Figura 2: Formación de la imagen de un punto P en los espejos esféricos

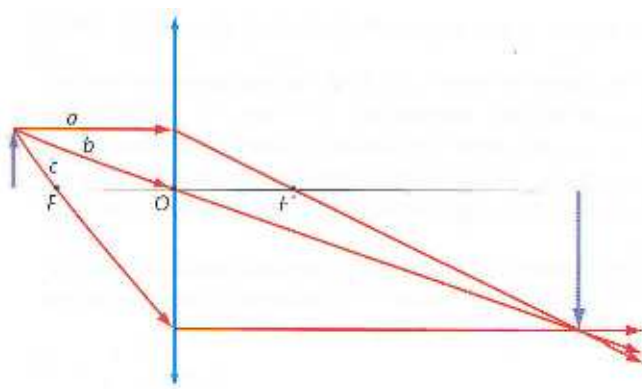
En los espejos esféricos la **distancia focal f**, distancia desde el centro óptico hasta el foco, es igual a la mitad del radio de curvatura.

## Formación de imágenes en las lentes.

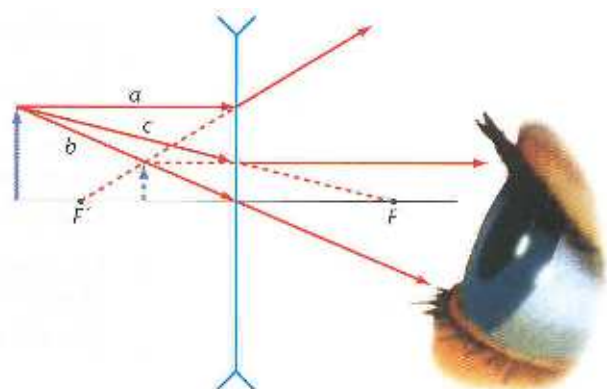
Un **sistema óptico centrado** es el formado por una sucesión de dioptrios esféricos cuyos centros se encuentran sobre una misma recta (**eje óptico**). Una **lente esférica** es un sistema óptico centrado constituido por una sucesión de dos dioptrios, de los cuales al menos uno es esférico, en el que los medios refringentes extremos tienen el mismo índice de refracción (generalmente es aire). Las lentes se clasifican en lentes convergentes y lentes divergentes. Una lente se considera delgada si su grosor es pequeño comparado con los radios de curvatura de los dioptrios.

Utilizaremos los siguientes rayos para formar las imágenes en las lentes:

1. Un rayo paralelo al eje principal que al salir de la lente pasa por el foco imagen.
2. Un rayo que pase por el centro óptico (O), el cual no se desvía al pasar la lente.
3. Un rayo que pase por el foco objeto, que saldrá paralelo al eje principal.



Formación de la imagen en una lente convergente. En este caso, la imagen es invertida, real y mayor.



Formación de la imagen en una lente divergente. La imagen es menor, derecha y virtual.

## Algunas ecuaciones y conceptos

- Ecuación de las lentes delgadas:

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

- Ecuación del fabricante de lentes:

$$\frac{1}{f'} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Si tenemos en cuenta que en las lentes delgadas  $f = -f'$ , la expresión anterior permite obtener también la distancia focal objeto.

- Las lentes se especifican indicando el valor de la **potencia**, que es el inverso de la distancia focal imagen.

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

Su unidad es la **dioptría**, que equivale a la potencia correspondiente a una lente de distancia focal un metro ( $1D = 1m^{-1}$ )

- Aumento lateral:

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