

## PRÁCTICA

### ÓPTICA GEOMÉTRICA: REFLEXIÓN, REFRACCIÓN Y LENTES

#### A) MATERIAL

Fuente de luz, banco óptico, lente delgada convergente, pantalla.

#### B) OBJETIVO

Introducir los conceptos de rayo luminoso y de índice de refracción para caracterizar a la luz y al medio material por el cual se propaga. Se pretende estudiar las leyes en las que se basa la determinación de las trayectorias de los rayos de luz así como caracterizar y observar la actuación de diferentes elementos ópticos elementales.

#### C) FUNDAMENTO TEÓRICO

##### c1) Reflexión y refracción

La propagación de la luz se basa fundamentalmente en dos leyes: la ley de la reflexión y la ley de la refracción (o ley de Snell). Cuando la luz incide sobre la superficie de separación de dos medios materiales, parte (o toda la luz) se refleja (el rayo vuelve por el mismo medio) y otra parte se refracta (el rayo pasa a propagarse por el segundo medio con diferente dirección).

La ley de la reflexión indica, tal y como se muestra en la figura 1, que el ángulo de incidencia (ángulo formado por el rayo incidente y la perpendicular a la superficie de

separación),  $\varepsilon$ , es igual al ángulo de reflexión (ángulo formado por el rayo reflejado y la perpendicular a la superficie de separación),  $r$ .

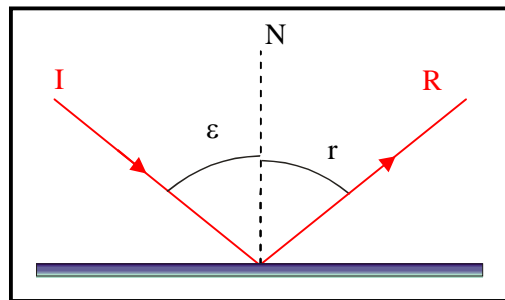


Figura 1. Reflexión

La ley de la refracción cuantifica el cambio de dirección que sufre la luz cuando pasa de un medio a otro (figura 2). La ley de Snell se expresa cuantitativamente según la expresión

$$n \cdot \text{sen} \varepsilon = n' \cdot \text{sen} \varepsilon' \quad [1]$$

donde  $\varepsilon'$  es el ángulo que forma el rayo refractado con perpendicular a la superficie de separación. Las cantidades  $n$  y  $n'$  se denominan índices de refracción y caracterizan a los medios por los que pasa el rayo de luz. Dichos índices se definen como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío,  $c$ , y la velocidad de la luz en el medio,  $v$ . Por lo tanto, son siempre cantidades adimensionales mayores o iguales a la unidad.

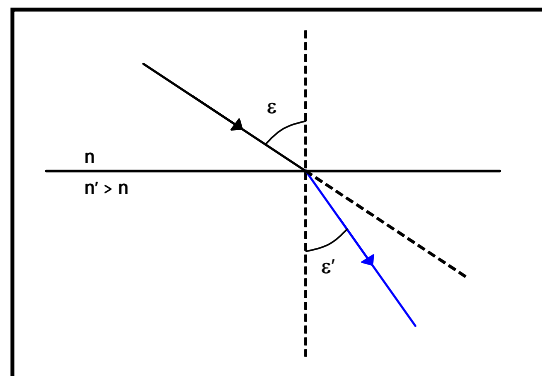


Figura 2. Refracción

## c2) Lentes

Una lente se define como dos superficies esféricas, de igual o diferente radio, que encierran un medio material en su interior (figura 3). La línea que une los centros de curvatura de las dos superficies se denomina eje óptico.

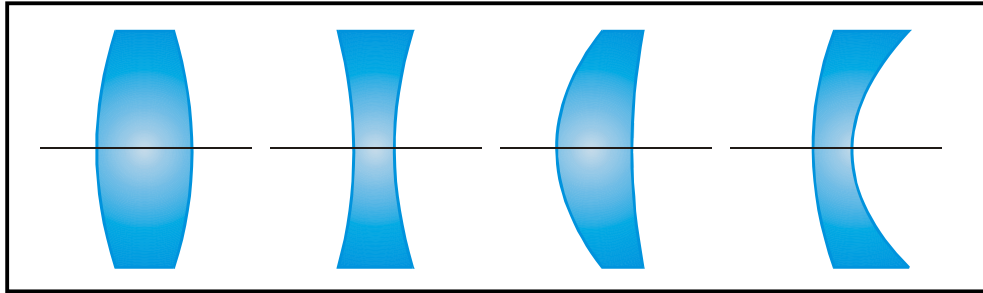


Figura 3. Lentes

Las lentes sirven para formar imágenes de objetos y se caracterizan por su distancia focal imagen, que se define como la distancia,  $f'$ , que hay (después de refractarse en la lente), entre la lente y el punto de corte con el eje óptico de un rayo de luz que incida sobre la lente paralelo a dicho eje (figura 4). Otra magnitud muy común es la potencia de la lente, definida por  $P = n'/f'$ . Si la distancia focal se mide en metros ( $m$ ), la potencia se mide en dioptrías ( $D$  o  $m^{-1}$ ).

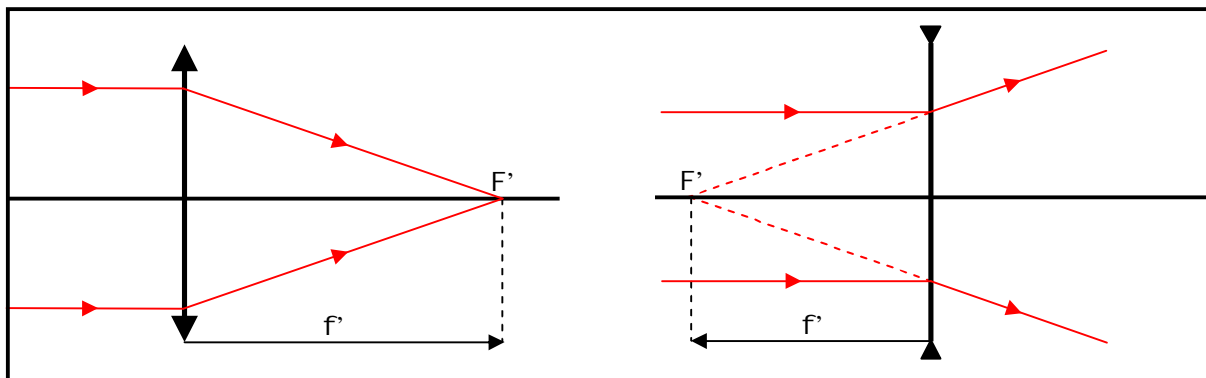


Figura 4. Concepto de distancia focal imagen

Si una lente delgada se encuentra en aire y tiene la potencia positiva ( $F'$  a la derecha de la lente), se dice que es convergente, en cambio si posee potencia negativa ( $F'$  a la izquierda de la lente) se dice que es divergente (figura 5).

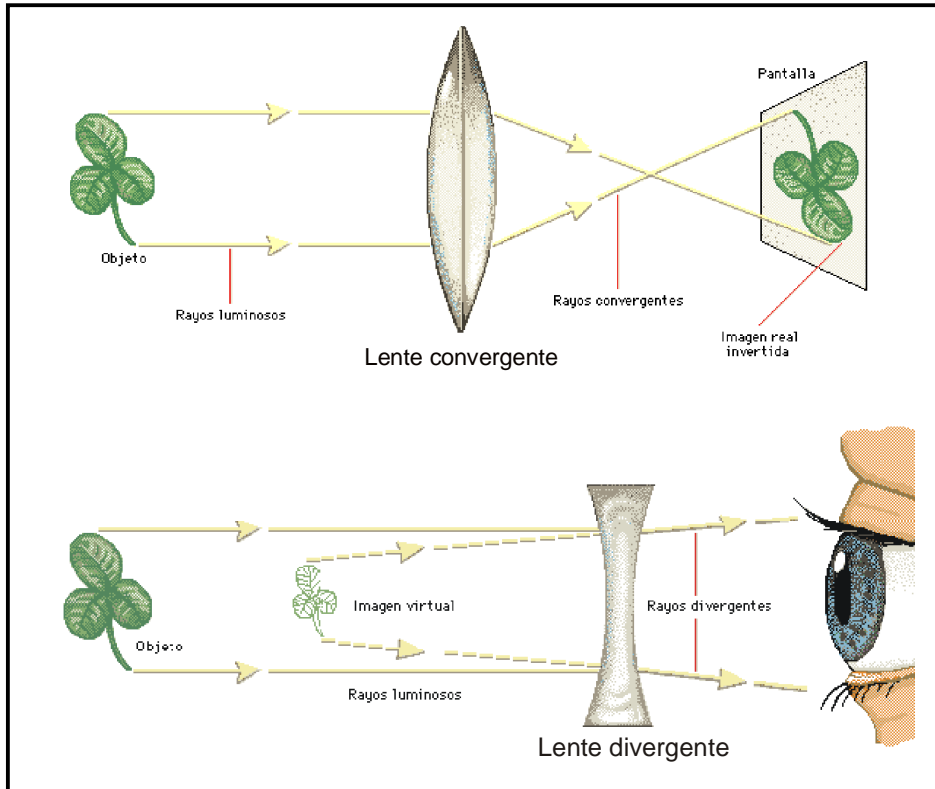


Figura 5. Lente convergente y lente divergente

Si un objeto de tamaño  $y$  se encuentra a una distancia  $s$ , de una lente, la imagen se encontrará a una distancia  $s'$  de la lente que se obtiene de la relación (ley de Gauss):

$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n'}{f'} \quad [2]$$

y el tamaño de la imagen viene dado por:

$$y' = \frac{n \cdot s'}{n' \cdot s} y \quad (3)$$

donde las distancias (figura 6) se miden desde la lente (hacia la izquierda negativas y hacia la derecha positivas) .

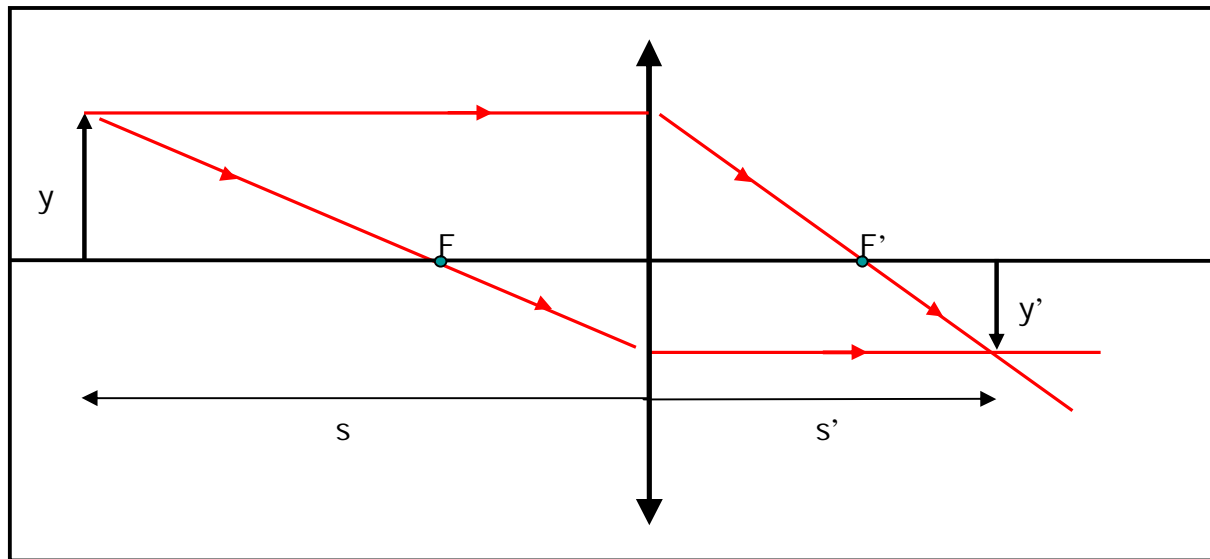


Figura 6. Distancias objeto e imagen

### c3) Espejos

En un espejo esférico, la distancia focal (objeto o imagen) es igual a la mitad de su radio de curvatura:

$$f = f' = \frac{r}{2} \quad [4]$$

Si colocamos un objeto frente a un espejo cóncavo, en su centro de curvatura, la distancia objeto,  $s = r$ , y si sustituimos en la ecuación de Gauss de los espejos (ecuación [4]):

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} = \frac{2}{r} \Rightarrow \frac{1}{r} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{r} \Rightarrow s' = r$$

Es decir, cuando el objeto está en el centro de curvatura, la imagen también lo está (figura 7), y además tiene el mismo tamaño del objeto y está invertida ya que el aumento,  $\beta'$ , viene dado por:

$$\beta' = -\frac{s'}{s} = -\frac{r}{r} = -1$$

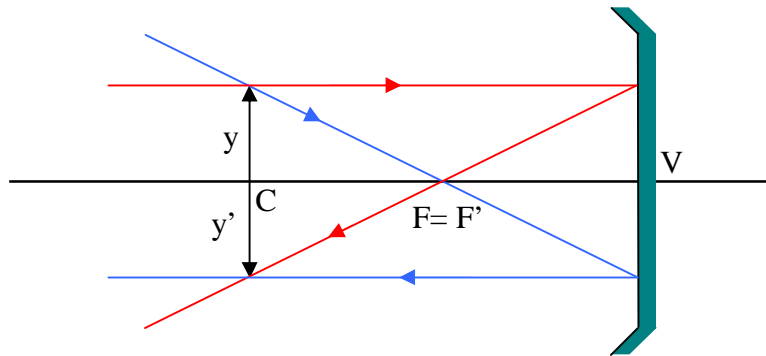


Figura 7. Trazado de rayos para un espejo cóncavo con objeto en el centro de curvatura

## D) MÉTODO DE MEDIDA

### d1) Medida de la focal de una lente convergente

Calcularemos la focal de una lente convergente midiendo las distancias  $s$  y  $s'$  para varias posiciones del objeto. Para ello situaremos el objeto a una distancia  $s$  de la lente, desplazaremos la pantalla por el banco óptico hasta encontrar la imagen lo más nítidamente posible, mediremos  $s$  y  $s'$  con la ayuda de la escala milimetrada que existe sobre el banco.

Repetiremos esta operación para 5 valores distintos de  $s$  (y sus correspondientes valores  $s'$ ) y confeccionamos una tabla con esos valores.

$s$ (m)	$s'$ (m)	$S = 1/s$ (D)	$S' = 1/s'$ (D)

Representaremos y realizaremos, con ayuda del ordenador, el ajuste de los puntos experimentales según una línea recta. La expresión [2] puede escribirse (teniendo en cuenta que  $n = n' = 1$ ) de la forma:

$$S' = S + P \quad \text{con} \quad P = \frac{1}{f'}$$

Si comparamos esta expresión con la ecuación de una recta,

$$\left. \begin{array}{l} S' = S + P \\ y = mx + n \end{array} \right\} \longrightarrow \begin{array}{ll} y = S' & x = S \\ m = 1 & n = P \end{array}$$

vemos que la recta  $S' = f(S)$  debe tener pendiente unidad. La ordenada en el origen de dicha recta es la potencia de la lente,  $P$ , y su inversa nos da el valor de la distancia focal  $f'$  que estamos buscando.

## **d2) Medida de la focal de un espejo cóncavo**

Calcularemos la focal de un espejo cóncavo colocando un objeto en el centro de curvatura del mismo. Para ello situaremos el objeto y desplazaremos el espejo por el banco óptico hasta encontrar la imagen nítida justamente en la misma posición que el objeto. En esa posición, la distancia entre el espejo y el objeto será justamente el radio del espejo, que mediremos con la escala milimetrada del banco óptico. Una vez conocido el radio de curvatura del espejo, la distancia focal será la mitad del mismo.