

Laboratorio de Electromagnetismo y Óptica (ByG)  
1er cuat. 2021

**TP Nº 5:** Lentes e instrumentos ópticos.

**Objetivos**

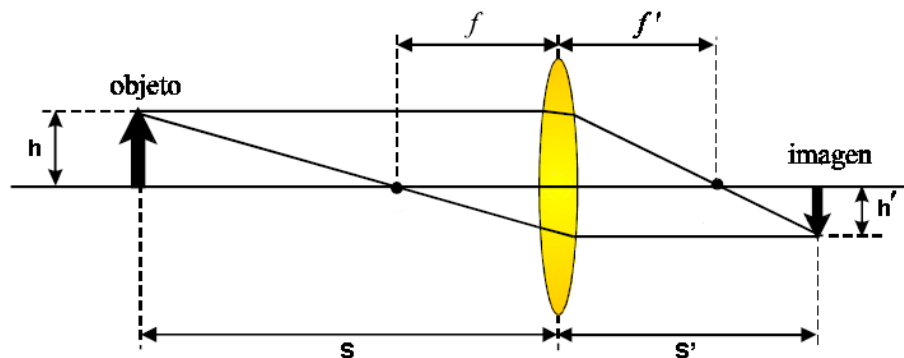
Estudiar sistemas ópticos simples. Caracterizar una lente convergente estudiando la formación de imágenes y determinar su distancia focal. Construir un microscopio compuesto sencillo y determinar su aumento.

**Introducción**

Una **lente** es un sistema óptico limitado por dos superficies refringentes curvas. Se denomina lente delgada cuando el radio de curvatura es mucho más grande que la separación entre las dioptras. Si  $S$  es la distancia de un objeto a la lente y  $S'$  la distancia de la lente a la imagen (Fig. 1), la ecuación que relaciona estas dos distancias con la lente es la ecuación de Gauss [1]:

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

Se denomina  $f$  a la distancia focal de la lente, esta distancia es fija para cada lente y representa una característica importante de la misma. La distancia  $S'$  en cambio, corresponde a la distancia de enfoque (muy distinto que distancia focal) que significa que a esa distancia se ve nítida la imagen del objeto. Si cambio la posición  $S$  del objeto, dado que  $f$  es fijo, naturalmente debe cambiar  $S'$ , es decir, que la imagen se formará en otra posición.



**Figura 1** Esquema de la disposición objeto-lente-imagen.

La distancia focal es relativamente fácil de estimar conociendo su definición:

- 1) Si el objeto está en el infinito, es decir que los rayos llegan paralelos al eje óptico, estos convergen luego de la lente en un plano cuya distancia a la lente es exactamente  $f$ .
- 2) Si la imagen se forma en el infinito, es decir que los rayos emergen de la lente paralelos al eje óptico, entonces el objeto se halla a una distancia de la lente  $S = f$ .

Por convención, al primer caso de lo llama foco imagen (porque está medido del lado del espacio imagen) y al segundo caso foco objeto (porque está medido del lado del espacio objeto), pero ambos valores son el mismo.

**Convención de signos:** la distancia  $S$  es positiva cuando se halla a la izquierda de la lente (objeto real) y negativa a la derecha (objeto virtual). La distancia  $S'$  es positiva cuando se halla a la derecha de la lente (imagen real) y negativa a la izquierda (imagen virtual)

El **microscopio** es un instrumento óptico que se emplea para observar objetos pequeños. Consta esencialmente de dos lentes. La más cercana al objeto a observar se denomina objetivo y la más cercana al observador se denomina ocular. El objetivo forma una imagen real y ampliada del objeto con la cual el ocular forma una nueva imagen virtual más ampliada que es observada por el ojo. De esta manera se alcanzan aumentos muy superiores a los que se pueden obtener con un microscopio simple (lupa). En general, la disposición del ocular respecto al objetivo es tal que los rayos emergentes del ocular sean paralelos, de este modo la imagen final se forma en el infinito y la observación se realiza a ojo relajado.

## Actividades

### A-Primera parte: caracterización de una lente convergente

Para el desarrollo de la práctica usaremos el simulador: **Ray Optics Simulation**, <https://ricktu288.github.io/ray-optics/simulator/>. Es una aplicación que simula la reflexión y refracción de la luz, en donde se dispone de diferentes elementos ópticos como espejos, dioptras, lentes, pantallas etc, en particular usaremos lentes ideales. Como objeto se pueden emplear fuentes puntuales distribuidas a gusto. Además, la aplicación permite medir distancias y ángulos.

#### A.1 Rápida caracterización y estimación de la distancia focal de la lente

Como primera actividad, caracterizar y estimar la distancia focal de dos lentes de distintas distancias focales utilizando una fuente en el infinito o a distancia suficientemente lejana de la lente (¿cuánto?).

#### A.2 Estudio cualitativo

a- Estudiar en forma cualitativa las características de las lentes como sistema formador de imágenes, es decir, analizar para que distancias objeto-lente se obtienen imágenes:

- reales o virtuales
- aumentadas o disminuidas
- derechas o invertidas.

Armar un cuadro estimativo con los resultados hallados.

b- Utilizando una pantalla bloqueadora, tapar la mitad de la lente y evaluar el efecto en la imagen. Repetir, pero tapando ahora la mitad del objeto.

**Para pensar ANTES de realizar el experimento:** ¿Qué espera obtener en cada caso?

### A.3 Estudio cuantitativo

Colocando el objeto a diferentes distancias de la lente, medir para cada distancia elegida: la distancia objeto-lente ( $S$ ), la distancia lente-imagen ( $S'$ ) y el tamaño de la imagen ( $y'$ ). Medir también el tamaño del objeto ( $y$ ).

- Obtener la distancia focal a través de las diversas mediciones de  $S$  y  $S'$  y un ajuste lineal de los datos (ec. 1). Graficar
- Graficar  $S'$  vs  $S$ . ¿Qué tipo de curva es? ¿Cuáles son los límites del gráfico?
- Determinar para cada caso el aumento de la imagen, e informar las demás características de la imagen. Graficar el aumento en función de  $S$ .
- Compare las dos formas de determinar el aumento lateral de la imagen.

## B-Segunda parte: construcción y caracterización de un microscopio compuesto

### B.1 Construcción de un microscopio con imagen final en el infinito

Para la construcción de un microscopio elemental compuesto se utilizarán dos lentes convergentes, una de distancia focal corta que será el objetivo y otra de mayor distancia focal que será el ocular (Fig. 2). La imagen final del sistema estará en el infinito.

#### Para pensar:

¿A qué distancia del objetivo conviene colocar al objeto de estudio?

¿Cómo debe ir ubicado el ocular de modo de obtener una imagen final en el infinito?

Recuerde alinear correctamente todos los elementos empleados.

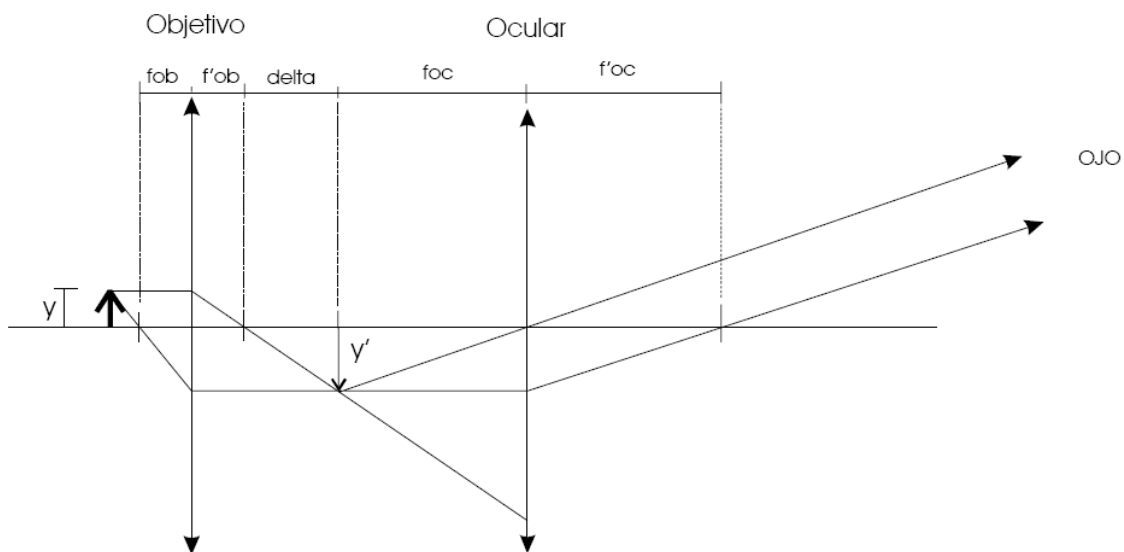


Figura 2 Diagrama del microscopio compuesto.

## B.2 Caracterización del aumento del microscopio

Dado que la imagen final del sistema está en el infinito (los rayos salen paralelos entre sí), el aumento se caracteriza como un aumento eficaz o angular:

$$D = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} \quad (2)$$

En donde  $\beta$  es el ángulo bajo el cual se ve la imagen final mirada por el microscopio ( ángulo que forman los rayos que salen del microscopio) y  $\alpha$  es el ángulo que subtende el objeto visto a simple vista a 25 cm de distancia.

El aumento de este microscopio puede calcularse como:

$$D = \frac{\text{delta} \cdot 25\text{cm}}{f_{ob} \cdot f_{oc}} \quad (3)$$

Donde *delta* es la distancia que hay entre el foco imagen del objetivo y la posición donde se forma la imagen.

Estime el aumento del microscopio que construyó. Cuidado, el aumento dependerá de dónde colocó el objeto con respecto a la lente objetivo. Si construyera el microscopio modificando esa distancia el aumento sería diferente, aunque en las fórmulas no figura el parámetro S. ¿por qué?

### Referencias

- † S. Gil y E. Rodríguez, *Física re-Creativa*, Prentice Hall, Buenos Aires, 2001.  
[1] E. Hecht, *Óptica*, Addison Wesley Iberoamericana, 2000.

Lorena Sigaut, lorena@df.uba.ar