

Laboratorio de Física II (ByG)  
2do cuat. 2016

**Guía 2 y 3: Lentes e instrumentos ópticos.**

**Objetivos**

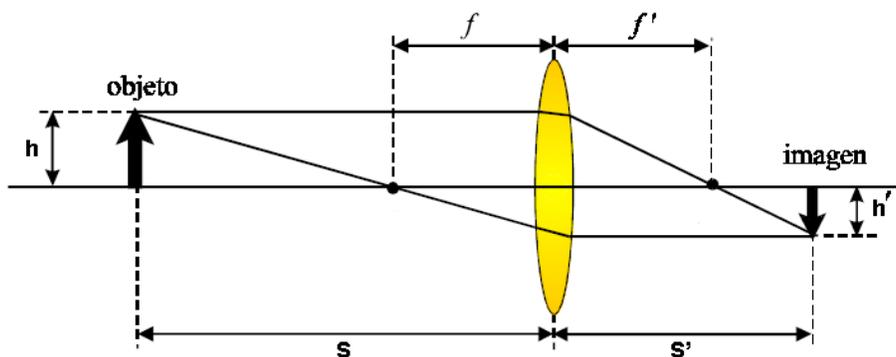
Estudiar sistemas ópticos simples. Caracterizar una lente convergente estudiando la formación de imágenes y determinar su distancia focal. Construir un microscopio compuesto sencillo y determinar su aumento.

**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]:

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

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.

Realizaremos esta práctica en dos clases: la primera para estudiar y caracterizar una lente y la segunda para armar un microscopio compuesto sencillo y obtener su aumento.

## Actividades

### Clase 1: caracterización de una lente convergente

- Como primera actividad, estimar la distancia focal de dos lentes de distintas distancias focales utilizando fuentes en el infinito o a distancia suficientemente lejana (¿cuánto?)

Para el desarrollo de la práctica disponemos de un banco óptico. El mismo consiste en un riel (con una escala graduada adosada a él) sobre el cual se pueden deslizar soportes que sostienen los elementos a usar: lentes, pantallas, fuentes de luz (objetos), diafragmas, etc. Como objeto se puede utilizar una pantalla translúcida con una abertura en forma de cruz (preferentemente con flechas que indiquen sin ambigüedad su orientación y de dimensiones conocidas), detrás de la cual se coloca una fuente luminosa.

### Estudio cualitativo

- 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 - virtuales, mayores - menores, derechas - invertidas. Armar un cuadro estimativo con los resultados hallados.

- Utilizando papel negro, tapar la mitad de la lente y evaluar el efecto en la imagen. ¿Qué espera obtener? Repetir, pero tapando ahora la mitad del objeto.
- De haber papel celofán azul y rojo, evaluar posibles dependencias del sistema con la longitud de onda. De depender de ella, la distancia a la cual se forma la imagen debería cambiar con la longitud de onda (considerando una lente sin corrección cromática).

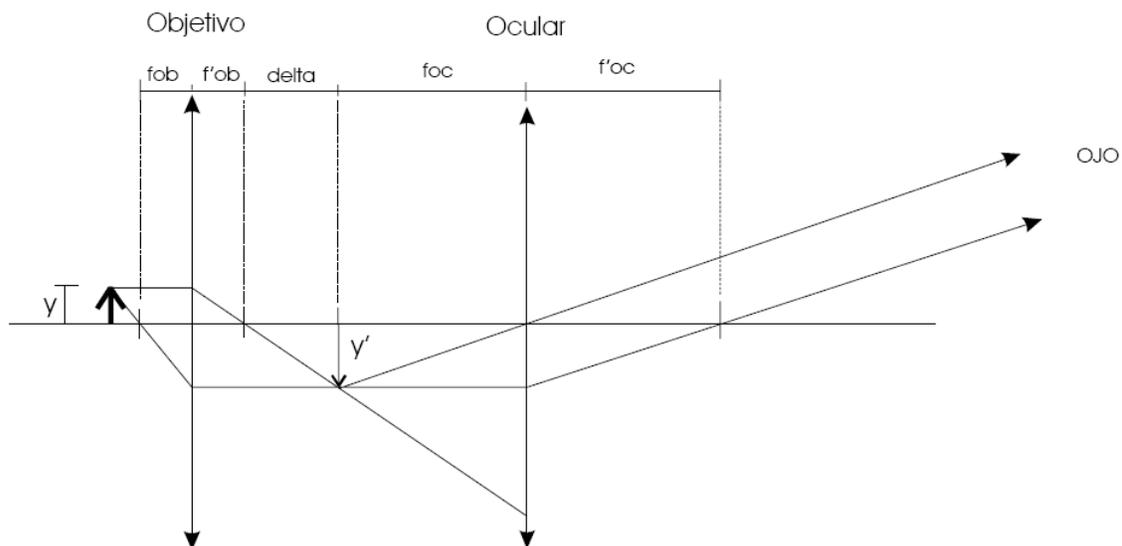
### Estudio cuantitativo

- Obtener la distancia focal a través de diversas mediciones de  $S$  y  $S'$  y un ajuste lineal de los datos (ec. De Gauss). Graficar
- Graficar  $S'$  vs  $S$ . ¿Qué tipo de curva es? ¿Cuáles son los límites del gráfico?
- Medir para cada caso el aumento e informar las demás características de la imagen.

## Clase 2: construcción y caracterización de un microscopio compuesto

### Construcción de un microscopio compuesto

Para la construcción de un microscopio elemental compuesto se utilizarán dos lentes, una de distancia focal corta que será el objetivo y otra de mayor distancia focal que será el ocular (Fig. 2). ¿Cómo debe ir ubicado el ocular de modo de obtener una imagen final en el infinito? (Sugerencia: puede usar el objeto cruz y una pantalla para determinar los planos objeto- imagen del objetivo y con ello posicionar el ocular). Recuerde alinear correctamente todos los elementos empleados.



**Figura 2** Diagrama del microscopio compuesto.

El aumento de este microscopio puede calcularse como:

$$D = \frac{\text{delta} \cdot 25\text{cm}}{f_{ob} \cdot f_{oc}}$$

Donde *delta* es la distancia que hay entre el foco imagen del objetivo y la posición donde se forma la imagen. Para medir este aumento se reemplaza el objeto por una pantalla milimetrada, luego se coloca una segunda pantalla milimetrada a 25 cm de los ojos y simultáneamente se observan por el microscopio las dos pantallas (una con cada ojo). Se deberá establecer cuantas divisiones de la pantalla posterior ( $N_1$ ) coinciden con las de la pantalla más cercana ( $N_2$ ) y calcular dicho aumento:

$$D = \frac{N_2}{N_1}$$

Para pensar: ¿podría conocerse el aumento obteniendo una imagen de un objeto patrón mediante una cámara? Intente por ejemplo usando la cámara de algún teléfono celular.

### **Microscopio de Laboratorio**

En esta parte de la práctica se utilizará un microscopio de laboratorio el cual consta de varios objetivos y un ocular compuesto. El microscopio esta diseñado de modo tal que la distancia entre el objeto y la posición donde se forma la imagen del objetivo esta estandarizada, a fin de que al cambiar de objetivo el ajuste necesario para mantener el objeto enfocado es mínimo.

- Calibración del micrómetro ocular. El ocular del microscopio posee una escala que es necesario calibrar para los distintos aumentos que se puede lograr con el mismo. Para ello se observará una platina que tiene una escala de dimensiones conocidas, es decir hay una distancia X entre las divisiones de la misma. Por el microscopio se observan ambas escalas y se determinará el número N de divisiones de la platina que coinciden con n divisiones del micrómetro del ocular. Se deberá calibrar para cada objetivo del microscopio.

- Determinación del aumento eficaz del microscopio. Se observara una platina milimetrada por el microscopio y simultáneamente otra a ojo desnudo ubicada a 25 cm del observador de modo de estimar los diferentes aumentos del mismo.

- Medición de un objeto. Usando la escala calibrada del ocular se medirá un objeto para los distintos aumentos del microscopio.

### **Sobre las microscopías ópticas más utilizadas.**

La microscopía es sin duda una de las herramientas más utilizadas en diferentes áreas de la Ciencias Naturales. La microscopía óptica se utiliza para el estudio de una gran diversidad de sistemas, tanto en biología como en geología. Permite observar organismos, tejidos o células en

condiciones fisiológicas, en su entorno nativo y de manera no invasiva. Actualmente la microscopía óptica es una herramienta de rutina en el laboratorio. Además del microscopio óptico convencional (o de campo claro), es muy utilizada la microscopía de fluorescencia ya sea mediante el microscopio de fluorescencia convencional o mediante el microscopio confocal.

La fluorescencia refiere al proceso mediante el cual un espécimen absorbe y subsecuentemente irradia luz, en un intervalo de tiempo (entre la absorción de la luz de excitación y la emisión de la luz fluorescente) que es usualmente de pocos nanosegundos. La microscopía de fluorescencia es la herramienta que permite estudiar materiales fluorescentes, ya sea de manera natural (materiales autofluorescentes) o tratados con sondas fluorescentes. El microscopio de fluorescencia es hoy una técnica indispensable en biología celular. La principal diferencia del microscopio de fluorescencia con un microscopio óptico convencional es que permite irradiar al espécimen con la luz de excitación y separar la luz fluorescente emitida, que es mucho más débil, de la luz de excitación. Así, sólo la luz emitida por el espécimen es detectada por el ojo o el detector (usualmente una cámara digital). Como resultado, las partes fluorescentes de la muestra brillan contra un fondo (*background*) oscuro con suficiente contraste como para permitir la detección. Cuanto más oscuro es el fondo, más eficiente será el instrumento. La microscopía de fluorescencia es una herramienta de inestimable valor ya que brinda especificidad bioquímica, proporcionando información que mediante microscopía de campo claro pasa desapercibida. El uso de diferentes fluoróforos, incluyendo proteínas fluorescentes, ha permitido identificar células, componentes celulares sub-micrométricos y otras entidades con un alto grado de especificidad. Además, en una misma muestra pueden usarse diferentes sondas fluorescentes permitiendo apreciar distintos tipos de moléculas gracias a las técnicas de marcado específico.

El microscopio confocal es un microscopio de fluorescencia que, a través de la utilización de una abertura pequeña (*pinhole*) en la detección, permite coleccionar la luz proveniente únicamente de una sección (una "feta") de la muestra. Esta característica proporciona imágenes más "nítidas", ya que se excluye de la detección la luz que proviene de zonas de la muestra que no están en foco. Además, dado que la imagen proviene sólo de una sección (un corte de aproximadamente un micrón de espesor) del preparado, permite hacer imágenes de diferentes secciones y reconstruir la estructura tridimensional del espécimen (en un cierto rango de trabajo). En esta microscopía se ilumina usualmente la muestra con una fuente de luz láser enfocada, y se realiza un barrido en las direcciones laterales de manera de reconstruir la imagen a partir de la luz obtenida en cada punto del preparado. En lugar de utilizar una cámara para tomar las imágenes, se utiliza un detector que colecta la fluorescencia proveniente de cada punto del barrido.

La referencia [2] es una introducción a los conceptos básicos de microscopía óptica y microscopía de fluorescencia.

## Referencias

<sup>†</sup> S. Gil y E. Rodríguez, *Física re-Creativa*, Prentice Hall, Buenos Aires, 2001.

[1] E. Hecht, *Óptica*, Addison Wesley Iberoamericana, 2000.

[2] Davison, M., Abramowitz, M. *Optical Microscopy*. Olympus Microscopy Resource Center. <http://www.olympusmicro.com>