

# Microscopio

Laboratorio de Electromagnetismo y Óptica, Dep. de Física, FCEyN, UBA

**Objetivo:** Tener un primer contacto con elementos sencillos de óptica, su manipulación y su montaje. Construir y caracterizar un microscopio compuesto.

**Temáticas:** óptica geométrica, lentes

El microscopio más simple consta de dos lentes, una llamada objetivo por ser la más cercana al objeto a observar y otra llamada 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 una lupa que hace uso de una única lente.

## I. ÚNICALENTE: LUPA

1. Observe a través de la lente un objeto y describí cualitativamente todo lo que puedas decir de la imagen. Observe especialmente el tamaño y la orientación de la imagen en distintas condiciones. Para esto utilice como objeto la máscara con una forma de cruz calada que permite ser que ser iluminada desde atrás con una lámpara.
2. Para distintas posiciones del objeto, determine la posición y el tamaño de la imagen. ¿Puede decir que la imagen está aumentada? Determine cuantitativamente tal aumento.
3. La expresión de Gauss (ecuación 1) relaciona las distancias de la lente al objeto  $p$  y a la imagen que esta forma  $q$  (ver figura 1),

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}, \quad (1)$$

donde  $f$  es la distancia focal de la lente.

4. ¿Con qué error se determina la distancia focal de la lente usando este método?

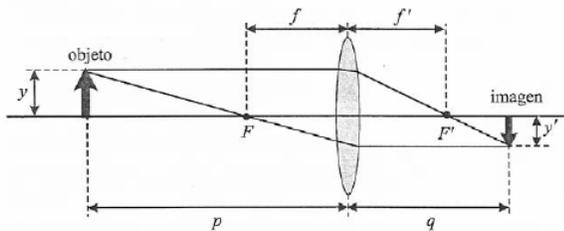


Figura 1. Esquema del dispositivo con una lente. Definición de las distancias relevantes y método de trazado de rayos.

## II. OCULAR Y OBJETIVO: MICROSCOPIO COMPUESTO

Para la construcción de un elemental microscopio compuesto se utilizan dos lentes, una de corta distancia focal que será el objetivo ( $f_{ob} \simeq 5$  cm) y otra de mayor que será el ocular ( $f_{oc} \simeq 10$  cm). A fin de independizar el aumento de la posición del ojo del observador, se enfoca el microscopio al infinito de modo que los rayos de luz que salen del ocular sean paralelos. Para lograr esto es necesario ubicar la lente ocular de modo tal que la imagen real de la lente objetivo se localice en el foco del ocular. El dispositivo a armar se esquematiza en la figura 2. La lente objetivo y la lente ocular deberán estar bien sujetas por medio de vástagos y torretas al banco o mesa óptica. Tome el debido tiempo para alinear y fijar todos los componentes cuidadosamente.

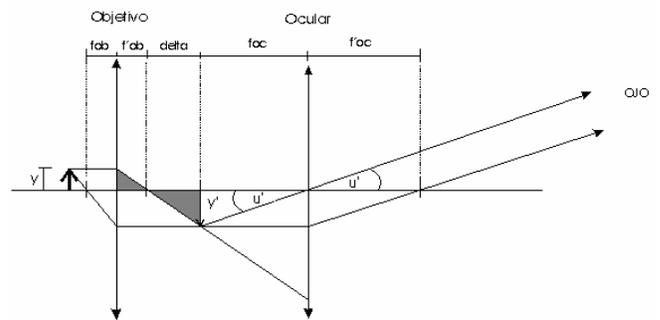


Figura 2. Esquema de un microscopio compuesto. Definición de las distancias relevantes.

### A. Aumento

Se define como aumento eficaz  $D$

$$D = \frac{\tan u'}{\tan u}, \quad (2)$$

donde  $u$  es el ángulo subtendido por el objeto mirado a ojo desnudo a 25 cm de distancia, que constituye un promedio de la distancia a la que mejor enfoca el ojo sobre objetos cercanos; y  $u'$  es el ángulo bajo el cual se ve la imagen final vista a través del ocular (ver figura 3). En la figura 2 puede observarse que

$$\tan u' = \frac{y'}{f_{oc}}, \quad (3)$$

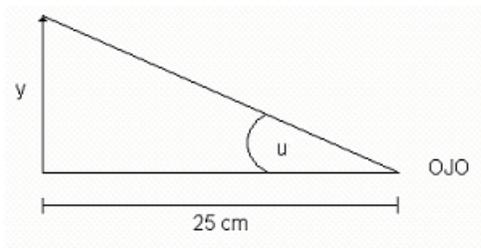


Figura 3. Ángulo subtendido por un objeto mirado a ojo desnudo a 25 cm de distancia.

donde  $y'$  es la posición de la imagen de la lente objetivo y  $f_{oc}$  la distancia focal de la ocular. Por semejanza de los triángulos que aparecen sombreados en la figura 2 se observa que

$$\frac{y'}{y} = \frac{\delta}{f_{ob}}, \quad (4)$$

donde  $y$  es la posición del objeto observado,  $\delta$  (delta) es la distancia que hay entre el foco imagen del objetivo y la posición donde se forma la imagen, y  $f_{ob}$  es la distancia focal de la lente objetivo. Despejando  $y'$  de la expresión 4 y reemplazando por lo despejado en 3 se obtiene

$$\tan u' = \frac{y}{f_{oc} f_{ob}} \times \delta. \quad (5)$$

A su vez de la figura 3 es evidente que

$$\tan u = \frac{y}{25 \text{ cm}}. \quad (6)$$

Reemplazando las expresiones 6 y 5 en la 2 se obtiene el aumento del microscopio expresado en función de longitudes fácilmente medibles

$$D = \frac{25 \text{ cm}}{f_{ab} f_{oc}} \times \delta. \quad (7)$$

## B. Medición del aumento

Para lo siguiente se requiere de dos pantallas milimetradas, el objeto calado en forma de cruz y la lámpara utilizados anteriormente.

1. Monte la lámpara para que ilumine al objeto en forma de cruz. Coloque la lente objetivo y mueva la pantalla milimetrada hasta obtener una imagen nítida de la cruz.
2. Sin olvidar de dejar marcada su posición, quitar la pantalla y ubicarla donde estaba el objeto cruz.
3. Ubicar la lente ocular de forma que su foco coincida con la posición que ocupada la pantalla milimetrada. Como sabe cuanto es  $f_{oc}$  puede ahora determinar cuanto es  $\delta$  (ver figura 2).

4. Observe por el ocular la imagen aumentada de la pantalla.
5. Para medir el aumento sostenga una segunda pantalla milimetrada a 25 cm de los ojos y simultáneamente observe por el microscopio la otra pantalla. ¿Cuántas divisiones de la pantalla más cercana a su ojo  $N_1$  entran en que número de divisiones de la pantalla ampliada por el microscopio  $N_2$ ? Esto le permitirá estimar el aumento  $D'$

$$D' \simeq \frac{N_1}{N_2}. \quad (8)$$

6. Compare el aumento del microscopio que determinó  $D'$  con el  $D$  que se obtiene con la ecuación 7.

Responda:

1. ¿De qué variables depende el aumento para el microscopio construido? ¿Cómo se determinan experimentalmente?
2. Si quiere usar una cámara en lugar del ojo para adquirir imágenes, ¿cómo modificaría el dispositivo?

## REFERENCIAS

- <sup>1</sup>Salvador Gil y E. Rodríguez, *Física re-Creativa: Experimentos de Física usando nuevas tecnologías*, Prentice Hall, Buenos Aires (2001) [www.fisicarecreativa.com](http://www.fisicarecreativa.com)
- <sup>2</sup>E. Hecht, *Óptica*, Addison Wesley, 3.<sup>a</sup> ed., Capítulo 5 (1998).