

Física 2 Biólogos y Geólogos

Curso de Verano 2007

Guía de laboratorio N° 2

Lentes delgadas

Objetivos

Estudiar sistemas ópticos simples, tales como las lentes convergentes y divergentes: formación de imágenes virtuales y reales, determinación de distancias focales [1].

Introducción

Una lente es un sistema óptico con dos o más superficies refractantes. Para realizar estos experimentos resulta útil, aunque no imprescindible, disponer 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. También se puede usar una lámpara eléctrica incandescente (una lamparita de faros de automóvil, con un filamento recto, por ejemplo, es adecuada) o bien una pequeña vela encendida (Figura 1).

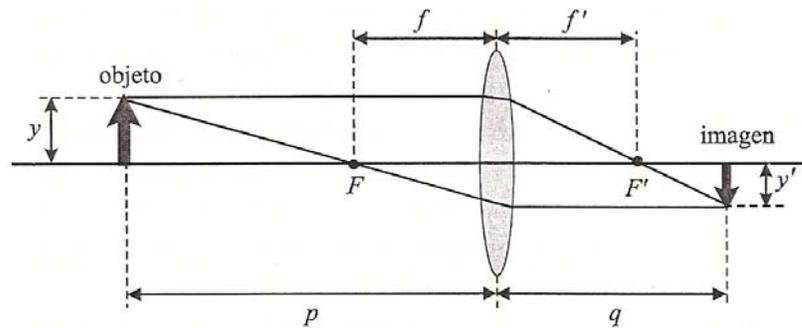


Figura 1. Disposición en un banco óptico de una lente delgada y un objeto. Definición de las distancias importantes.

A) Lentes convergentes: observaciones cualitativas

- 1) Usando una lente convergente, observar algún objeto y describir cualitativamente cómo se observa el mismo: ¿la imagen es más grande, más pequeña o igual que el objeto mismo?, ¿la imagen es derecha o invertida?
- 2) Describir cómo varían estas características al variar la distancia observador-objeto. ¿Varían estas imágenes al variar la distancia ojo-lente?
- 3) Una propiedad interesante de las lentes y otros sistemas ópticos (ej.: espejos) es la siguiente: suponer que se tiene un objeto, por ejemplo una cruz o una vela, la cual, mediante una lente convergente, forma una imagen real sobre una pantalla, tal como se esquematiza en las Figuras 1 y 2. Sin hacer el experimento, predecir cómo variará la imagen si se cubre la mitad superior de la lente con una máscara opaca (que no permite el paso de la luz) y como será la imagen si se tapa la mitad izquierda. Realizar un diagrama ilustrando la forma del objeto y su imagen en cada caso. ¿Cómo será la imagen si ahora se cubren las tres cuartas partes superiores de la lente? Realizar el experimento y comparar las predicciones hechas con las observaciones. ¿Cómo se explican estos resultados? Tratar de entender las observaciones realizadas usando el principio de Fermat.

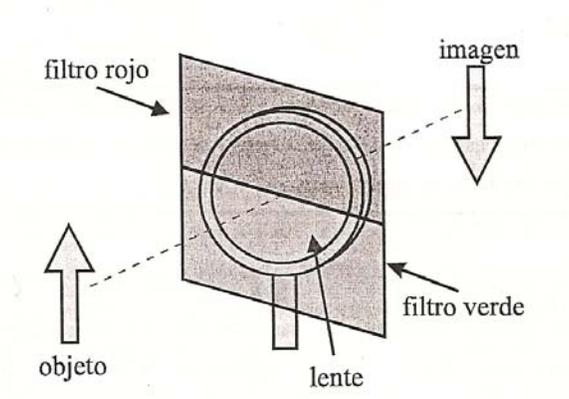


Figura 2. Esquema del dispositivo empleado para estudiar cualitativamente algunas propiedades de las lentes delgadas.

- 4) Otra propiedad interesante de las lentes puede apreciarse cubriendo la mitad superior de la lente con un filtro rojo y la mitad inferior con uno verde (Figura 2). Dos trozos de papel transparente de estos colores pueden servir de filtro o bien dos trozos de acrílico coloreados. Antes de hacer el experimento, predecir lo que se observaría y luego realizar el experimento y discutir los resultados. ¿Explicar los resultados experimentales?

- 5) ¿Cuál es la diferencia entre una imagen real y una imagen virtual? ¿Qué tipo de imagen es la que se observa en un espejo plano? ¿Y en uno cóncavo?

- 6) ¿Qué tipo de imagen puede ser proyectada sobre una pantalla: una imagen real o una virtual? ¿Dónde debe ubicarse el objeto respecto de la lente para obtener una imagen que pueda observarse sobre una pantalla?

B) Lentes convergentes: estudio cuantitativo

Para estudiar cuantitativamente lo observado en la actividad anterior, es útil el empleo de un banco óptico o bien un dispositivo equivalente al ilustrado en la Figura 1.

- 1) Para diversas distancias objeto-pantalla, encontrar todas las imágenes posibles variando la posición de la lente. ¿Para cuántas posiciones de la lente se ven imágenes nítidas en la pantalla? Cada vez que se observen imágenes nítidas,

registrar las distancias objeto-lente ($p = S$), pantalla-lente ($q = S'$), tamaños de objetos e imágenes y sus respectivas orientaciones (derecho o invertido).

- 2) Representar q vs. p y también $1/q$ vs. $1/p$. ¿Qué se puede concluir de estos gráficos? ¿Qué relación se encuentra entre q y p ?
- 3) Encontrar la distancia focal f de la lente usando la expresión de Gauss para lentes delgadas [2]

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

- 4) Determinar el error cometido al f . Una forma de estimar los errores en las mediciones de las distancias p y q consiste en mover la lente, manteniendo constante la distancia objeto-pantalla ($D = p + q$), entonces al variar la posición de la lente se determina el rango de distancia en el que la nitidez de la imagen no varía. Este rango permite estimar los errores en p y q . Si hay varios factores que inciden en la determinación de los errores, indicarlos y discutir su peso en la determinación de los errores finales.
- 5) Se define el aumento lateral m como el cociente entre el tamaño de la imagen y el tamaño del objeto. Determinar el aumento de la imagen que resulta para las distintas posiciones relativas entre el objeto y la lente. Comparar el resultado de las mediciones con las predicciones de la óptica geométrica. Representar gráficamente m y el cociente q/p en función de p en un mismo gráfico y discutir los resultados.
- 6) Otra propiedad interesante de las lentes convergentes es que sólo forman imagen de un objeto sobre una pantalla cuando la distancia objeto-pantalla (D) cumple la condición $D \geq 4f$:
 - Investigar experimentalmente la validez de esta afirmación usando un banco óptico y una lente de distancia focal f conocida.

- Usando la ecuación (1) es posible demostrar que si $D < 4f$ la lente no forma imagen. Para ello, escribir la ecuación (1) en términos de D y q , y obtener q en función de los otros parámetros (resulta una ecuación cuadrática en q). Analizar también el caso en que $D = 4f$: ¿dónde se forma la imagen y con qué aumento?

Referencias

[1] S. Gil y E. Rodríguez, *Física re-Creativa: Experimentos de Física usando nuevas tecnologías*, Prentice Hall, Buenos Aires (2001) (www.fisicarecreativa.com) y referencias citadas.

[2] E. Hecht, *Óptica*, Ed. Addison Wesley, 3° ed., Capítulo 5 (1998).