

## LABORATORIO DE FÍSICA 1

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

---

## PRÁCTICA 8: ÓPTICA – LENTES DELGADAS

## OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio cualitativo y cuantitativo de lentes ópticas y sistemas ópticos simples.

## INTRODUCCIÓN

Una lente es un sistema óptico constituido por un medio transparente que se encuentra limitado por dos superficies refractarias o dioptrias de las que, al menos una, está curvada. Los sistemas ópticos más utilizados en la actualidad son las lentes, que forman parte de cámaras fotográficas, lupas, anteojos, microscopios, telescopios, y una larga lista de elementos.

En una lente delgada se cumple la ecuación del constructor de lentes:

$$\frac{n_m}{p} + \frac{n_m}{q} = (n_l - n_m) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

donde  $p$  es la distancia objeto-lente,  $q$  es la distancia pantalla-lente,  $n_m$  y  $n_l$  los índices de refracción del medio y la lente respectivamente,  $R_1$  y  $R_2$  los radios de las dioptras que componen la lente. Esta ecuación se puede reescribir en la forma de la ecuación de Gauss:

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

donde  $f$  es la distancia focal de la lente y no sólo depende de la construcción de la lente, sino también del medio donde está sumergida [1].

Las lentes se pueden caracterizar según su grosor, comportamiento o forma. El comportamiento convergente o divergente de una lente depende, en realidad, de la relación entre el índice de refracción del medio que rodea la lente,  $n_m$ , y el de la propia lente,  $n_l$ . Cuando decimos que una lente es convergente o divergente lo hacemos asumiendo que  $n_l > n_m$ , o más concretamente, que la lente se encuentra en el aire ( $n_m \cong 1$ ).

## ACTIVIDAD 1: ESTUDIO CUALITATIVO DE LENTES CONVERGENTES

- Describa cómo varían las características de lo que observa al variar la distancia observador–objeto. ¿La imagen es más grande, más pequeña o igual que el objeto mismo? ¿La imagen es derecha o invertida? ¿Varían estas imágenes al variar la distancia observador–lente?
- Otra propiedad interesante de las lentes convergentes es que forman imágenes reales, es decir imágenes que pueden proyectarse en una pantalla. Para realizar esta

## LABORATORIO DE FÍSICA 1

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

observación es conveniente disponer de un objeto bien iluminado, por ejemplo, un árbol o un paisaje. También será conveniente que Ud., con su lente y una pantalla se coloque en un lugar con mucha sombra, pero que le permita ver claramente el objeto iluminado. Interponga la lente entre el objeto y la pantalla y varíe la distancia lente–pantalla hasta que aparezca una imagen nítida del objeto. La imagen en la pantalla aparecerá invertida. Este es el principio de funcionamiento de una cámara fotográfica, en la cual la película fotográfica constituye la “pantalla” donde se forma la imagen.

- c) El foco de una lente convergente es el punto sobre el eje óptico a una distancia  $f$  de la lente, donde convergen todos los rayos incidentes paraxiales (paralelos y cercanos al eje) luego de la refracción. ¿De qué forma puede estimar el valor  $f$ ?
- d) Obstruya distintas partes de la lente y observe cómo afecta esto a la imagen. Describa sus conclusiones.
- e) 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. Dos trozos de papel transparente de estos colores pueden servir de filtros o bien dos trozos de acrílico coloreados. Antes de hacer el experimento conjeture sobre lo que espera observar (en cuanto al color de la imagen que se formará). Luego, realice el experimento y discuta sus resultados.
- f) ¿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?

### ACTIVIDAD 2: ESTUDIO CUANTITATIVO DE LENTES CONVERGENTES

En la figura 1 se puede observar el esquema del montaje experimental.

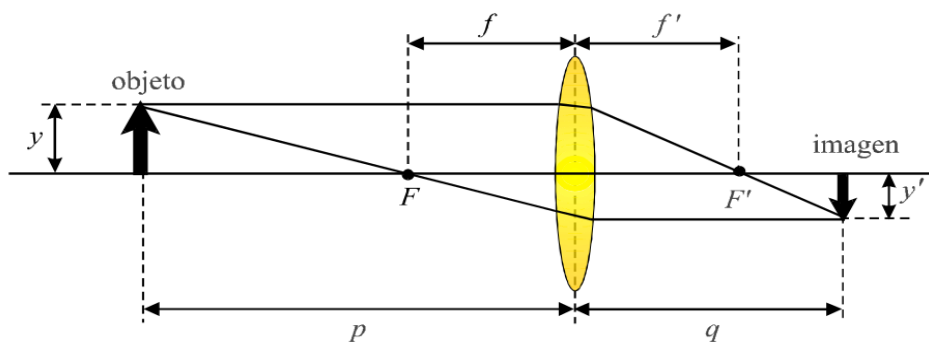


Figura 1: Esquema del montaje experimental.

- a) Para diversas distancias objeto–pantalla, encuentre todas las imágenes que pueda variando la posición de la lente. ¿Para cuántas posiciones de la lente ve imágenes nítidas en la pantalla? Cada vez que observe imágenes nítidas, mida las distancias  $p$ ,  $q$  y los tamaños y orientaciones del objeto y su imagen.

## LABORATORIO DE FÍSICA 1

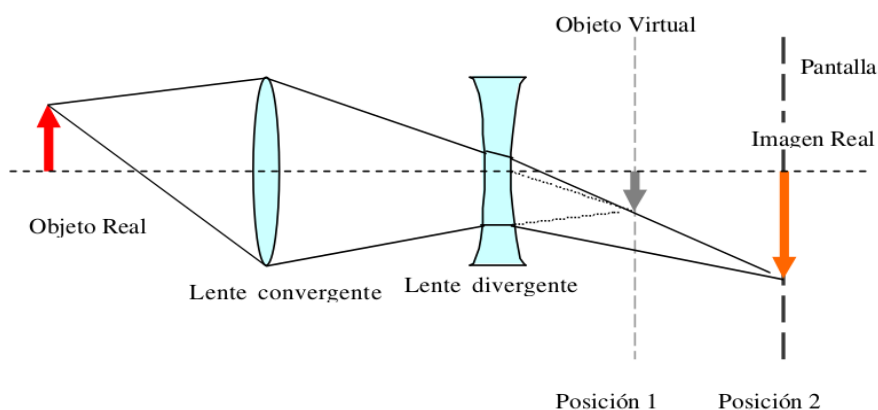
para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

- b) Represente  $q$  en función de  $p$  y también  $q^{-1}$  en función de  $p^{-1}$ . ¿Qué relación encuentra entre  $q$  y  $p$ ? ¿Puede describirse por medio de la ecuación de Gauss (1)?
- c) Estime el valor de la distancia  $f$ . ¿Cómo puede estimar las incertidumbres de  $p$  y  $q$ ?
- d) Se define el aumento lateral  $m$  como el cociente entre el tamaño de la imagen y el tamaño del objeto. Determine experimentalmente el aumento de la imagen que resulta para distintas posiciones relativas entre objeto y lente. Compare el resultado de sus mediciones con las predicciones de la óptica geométrica. Represente gráficamente  $m$  y el cociente  $q/p$  en función de  $p$  en un mismo gráfico y discuta sus resultados.
- e) Otra propiedad interesante de las lentes convergentes es que sólo forman imagen de un objeto sobre una pantalla cuando la distancia objeto–pantalla,  $D = p + q$ , cumple la condición  $D > 4f$ . Investigue experimentalmente la validez de esta afirmación usando un banco óptico y una lente de distancia focal  $f$  conocida.
- f) Usando la ecuación de Gauss es posible demostrar que si  $D > 4f$  la lente no forma imagen. Demuestre que no es posible la formación de la imagen si  $D < 4f$ . Analice el caso particular de  $D = 4f$ . ¿Dónde se forma la imagen y con qué aumento en este caso?

### ACTIVIDAD 3 (OPCIONAL): ESTUDIO DE LENTES DIVERGENTES

En la figura 2 se puede observar el esquema del montaje experimental.



**Figura 2:** Esquema del montaje experimental.

- a) Estas lentes tienen la característica de ser más delgadas en el centro que en la periferia y dan imágenes virtuales de objetos reales (cualquiera sea la posición de éstos), por tal razón no es posible utilizar el mismo método que se usa para lentes

**LABORATORIO DE FÍSICA 1**

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

---

convergentes para determinar su distancia focal. Demuestre esta afirmación a partir de la ecuación de Gauss.

- b) Un método utilizado para determinar la distancia focal de una lente divergente consiste en medir las distancias objeto-imagen como en el caso de las lentes convergente, como se ve en la figura 3. Como para determinar  $q$  es necesario que la imagen sea real, para poder verla sobre una pantalla se utiliza, como objeto virtual, la imagen dada por una lente convergente. Recoja en la pantalla la imagen del objeto formada por la lente convergente sola. ¿Cuál es la mínima distancia a la que debe de colocar el objeto de la lente convergente para que se forme una imagen real de esta lente (objeto virtual para la segunda lente)? ¿Por qué?. Intercale la lente divergente entre la primera lente (convergente) y la imagen real de la misma. Determine la posición del objeto virtual, la segunda lente (divergente) y la posición de la imagen resultante de las dos lentes combinadas con sus respectivos errores. Realice hipótesis razonables que le permitan acotar o estimar dichos errores.

**BIBLIOGRAFÍA**

[1] Hecht, E., & Zajac, A. (1974). Optics .Addison-Wesley.