

## Práctica III: Determinación de la Longitud Focal de Lentes Delgadas

Alumno: Flores Rodriguez Jaziel David

Boleta: 2014030429

Profesor: Dr. Janos Zsargo

Grupo: 4FV2-B

December 2, 2019

### Resumen

En esta práctica se realizaron dos experimentos, haciendo uso de las ecuaciones de Gauss y de Newton, para estudiar la formación de imágenes usando lentes delgadas. En el primer experimento, se observó la formación de imágenes a través de una lente delgada positiva, se fue variando la distancia entre la lente y el objeto usando distintos múltiplos de la distancia focal y se midió la longitud de cada una de las imágenes.

En el segundo experimento se utilizaron dos lentes; la primera lente negativa, con la que formaron imágenes virtuales y la segunda lente positiva con la que “se convertían” las imágenes virtuales formadas con la lente negativa en imágenes reales, ello con el fin de repetir procedimiento de variar las distancias y medir las imágenes formadas

un plano que pasa por el centro de la lente. Esto es, los planos principales objeto e imagen de una lente delgada coinciden; por tanto, coinciden también los puntos principales objeto e imagen, que a su vez lo hacen con el centro de la lente. Según esto la distancia focal de una lente delgada es simplemente la distancia desde el centro de la lente a cada foco. En general, las lentes delgadas pueden considerarse como líneas.

### Lentes Delgadas

Existen muchos ejemplos comunes de la refracción de la luz por una lente. Las lentes de nuestros ojos enfocan la luz de la retina, mientras que las lentes correctoras de los anteojos o lentes de contacto compensan las deficiencias en nuestra visión. La lente de múltiples elementos de una cámara enfoca la luz en la película. En la mayoría de las situaciones de refracción existe más de una superficie refringente. Esto es cierto incluso para una lente de contacto, donde la luz pasa primero del aire al vidrio y después del vidrio a nuestro ojo. Aquí sólo se considera el caso especial de una lente delgada; es decir, el espesor de la lente es pequeño en comparación con la distancia del objeto, la distancia a la imagen, o los radios de curvatura  $r_1$  y  $r_2$  de cualquiera de las dos superficies refringentes. En una lente, estas cantidades se relacionan según:

### Introducción

**Lentes:** Una lente es un sistema óptico limitado por dos o más superficies refringentes que tienen un eje común. Si la lente sólo tiene dos superficies, se denomina lente sencilla; si tiene más de dos, se trata de una lente compuesta. Todas las lentes de alta calidad son lentes compuestas; es decir, están formadas por un cierto número de lentes sencillas que tienen un eje común.

**Lentes delgadas:** Puede considerarse que toda la desviación producida en un rayo cualquiera al atravesar una lente delgada se verifica en

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f}$$

Donde la distancia focal f de la lente está dada por:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

Las ecuaciones 1 y 2 son aproximaciones que se cumplen sólo para lentes delgadas y rayos paraxiales.

## Convenciones de signos

Los radios de curvatura  $r_1$  relativos a la primera superficie sobre la que incide la luz y  $r_2$  (relativo a la segunda superficie sobre la que incide la luz) son positivos si los centros de curvatura correspondientes están en el lado V.

En la parte a de la figura 1, el centro de curvatura  $C_1$  se encuentra en el lado R, así que  $r_1$  es positivo, mientras que  $C_2$  se encuentra en el lado V, por lo cual  $r_2$  es negativo.

Al observar la ecuación 1 esta demuestra que, cuando  $r_1 > 0$  y  $r_2 < 0$ , la distancia focal  $f$  siempre es positiva. Tal lente se llama lente convergente; una lente que es más gruesa en el centro que en los extremos, cuando está inmersa en un medio de índice de refracción menor que el de la lente, es siempre una lente convergente.

## Desarrollo Experimental

### Experimento 1: Método Directo

Con la ayuda de un láser y una óptica de expansión del rayo, se hizo incidir el haz sobre la lentey se desplazó una pantalla hasta que se obtuvo un punto nítido sobre esta. Asegurándonos de haber localizado el punto focal y se determinó dicha distancia. Se utilizaron dos lentes una con una distancia focal del fabricante igual a 200mm y otra de 100mm.

Posteriormente se realizaron las mismas mediciones, pero se giraron las lentes, observándose las otras caras a la incidencia del rayo láser.

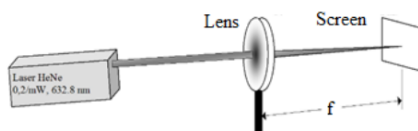


Figura 2: Arreglo experimental.

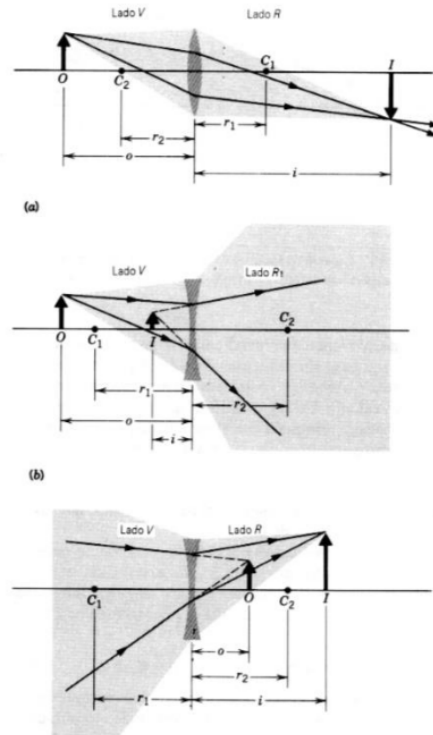


Figura 1:

(a) Se forma una imagen real, invertida mediante una lente convergente. Tal lente tiene una distancia focal positiva y es más gruesa en el centro que en los extremos.

(b) Se forma una imagen virtual, directa mediante una lente divergente. Tal lente tiene una distancia focal negativa y es más delgada en el centro que en los extremos.

(c) La luz converge de un objeto virtual en O. Se forma una imagen real, directa en I mediante esta lente divergente.

### Experimento 2: Método de autocolimación

Se tenía un arreglo como en la figura 3. Aquí variamos la distancia entre la lente y la rendija hasta que obtuvimos una imagen nítida del objeto de la rendija en la misma rendija, así garantizamos que la distancia entre la lente y la rendija es igual a la distancia focal. Se realizó la misma medición de la distancia focal girando la lente para observar la otra cara a la incidencia. Esto con dos lentes distintas, una con distancia focal del fabricante igual a 200mm y 100mm.

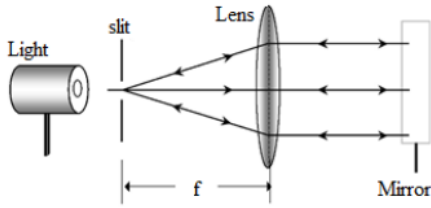


Figura 3: Arreglo experimental.

### Experimento 3: Método de doble desplazamiento

Se tenía un arreglo como el que se muestra en la figura 4. Se movió la lente hasta que en la posición 1 se encontró la imagen nítida de la rendija en la pantalla y se midió esa distancia, después se deslizó la lente hasta la posición 2 en donde se encontró también la imagen nítida de la rendija en la pantalla e igualmente se midió esa distancia que denotaremos por  $d$ , a la distancia que hay entre la rendija y la pantalla la denotaremos por  $D$ . Se realizaron estas mediciones para una lente de distancia focal del fabricante iguala 100mm y otra de 200mm.

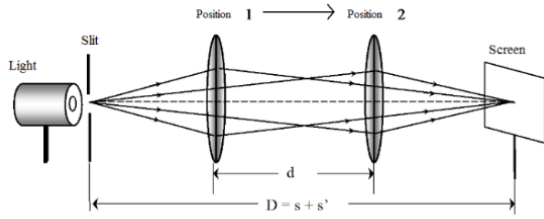


Figura 4: Arreglo experimental.

## Resultados

### Experimento 1: Método Directo

Para la primera lente que utilizamos se obtuvieron las siguientes mediciones para la distancia focal.

Sin Girar	Girando
100 mm	103 mm

Cuadro 1: Primer Lente

Sabiendo que la distancia focal del fabricante es igual a 100 mm es posible calcular el error para ambos casos, entonces para el caso sin girar la lente se tiene

$$\epsilon = \left| \frac{f_t - f_m}{f_t} \right| \times 100 = \left| \frac{100 - 100}{100} \right| \times 100 = 0 \%$$

Cuando se gira la lente se tiene:

$$\epsilon = \left| \frac{f_t - f_m}{f_t} \right| \times 100 = \left| \frac{100 - 103}{100} \right| \times 100 = 3 \%$$

Ahora para la segunda lente se obtuvieron las siguientes mediciones.

Sin Girar	Girando
205 mm	208 mm

Cuadro 2: Segunda Lente

Igualmente sabiendo que la distancia focal del fabricante es igual a 200 mm es posible calcular el error en nuestras mediciones, entonces sin girar la lente se tiene que

$$\epsilon = \left| \frac{f_t - f_m}{f_t} \right| \times 100 = \left| \frac{200 - 205}{200} \right| \times 100 = 2,5 \%$$

Al girar la lente se tiene que

$$\epsilon = \left| \frac{f_t - f_m}{f_t} \right| \times 100 = \left| \frac{200 - 208}{200} \right| \times 100 = 4 \%$$

### Experimento 2: Método de autocolimación

Para la primera lente se obtuvieron las siguientes mediciones:

Sin Girar	Girando
96 mm	97 mm

Cuadro 3: Primer Lente

Conociendo que la distancia focal del fabricante es igual a 100 mm es posible calcular el error, entonces para la lente se girar se tiene que:

$$\epsilon = \left| \frac{f_t - f_m}{f_t} \right| \times 100 = \left| \frac{100 - 96}{100} \right| \times 100 = 4 \%$$

Al girar la lente se obtuvo que

$$\epsilon = \left| \frac{f_t - f_m}{f_t} \right| \times 100 = \left| \frac{100 - 97}{100} \right| \times 100 = 3 \%$$

Para la segunda lente se obtuvo que:

Sin Girar	Girando
200 mm	199 mm

Cuadro 4: Primer Lente

Igualmente teniendo que la distancia focal del fabricante es igual a 200 mm fue posible obtener el error, para la lente sin girar se tiene que

$$\epsilon = \left| \frac{f_t - f_m}{f_t} \right| \times 100 = \left| \frac{200 - 200}{200} \right| \times 100 = 0 \%$$

Girando la lente se obtiene que

$$\epsilon = \left| \frac{f_t - f_m}{f_t} \right| \times 100 = \left| \frac{200 - 199}{200} \right| \times 100 = 0,5 \%$$

### Experimento 3: Método de doble desplazamiento

En este método para obtener la distancia focal se utilizará la fórmula:

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D}$$

Entonces para la primera lente se obtuvieron las siguientes mediciones

D	d
700 mm	463 mm

Cuadro 5: Primer Lente

Utilizando la fórmula obtenemos que la distancia focal es igual a 98.4396 mm y como la distancia focal del fabricante es igual a 100 mm se puede calcular el error:

$$\epsilon = \left| \frac{f_t - f_m}{f_t} \right| \times 100 = \left| \frac{100 - 98,4396}{100} \right| \times 100 = 1,56 \%$$

Para la segunda lente se obtuvieron las siguientes mediciones:

D	d
850 mm	211 mm

Cuadro 6: Segunda Lente

Calculando la distancia focal con la fórmula dada anteriormente tenemos que esta es igual a 199.4 mm, la distancia focal del fabricante es igual a 200 mm, así calculando el error se obtiene

$$\epsilon = \left| \frac{f_t - f_m}{f_t} \right| \times 100 = \left| \frac{200 - 199,4}{200} \right| \times 100 = 0,3 \%$$

### Conclusiones

Es posible observar en los resultados que el error en nuestras mediciones es muy pequeño, concluyendo que los distintos métodos para medir

distancias focales utilizados en esta práctica son fiables para determinar dicho dato en una lente.

### Referencias

- [1] Física Vol. 2, versión ampliada, cuarta edición en español, capítulo 44, pp. 377-379.
- [2] [https://es.wikipedia.org/wiki/Distancia\\_focal](https://es.wikipedia.org/wiki/Distancia_focal)