

Lentes. Formación de imágenes. Distancias focales.

1. Objetivos:

El propósito de esta práctica es aprender a producir y visualizar imágenes de pequeños objetos luminosos o iluminados utilizando lentes convergentes, divergentes y pantallas, introduciendo la importancia de alinear y enfocar instrumentos ópticos.

2. Conceptos básicos a considerar durante el desarrollo de la práctica

Llamamos **sistema óptico**, dentro de la aproximación de la teoría de Gauss-Seidel, a cualquier combinación de superficies donde por reflexiones y/o refracciones sucesivas se obtiene un **punto imagen** a partir de un **punto objeto**.

En esta práctica nos limitaremos a aquellos sistemas ópticos formados por superficies esféricas cuyos centros se hallan sobre una misma recta llamada **eje óptico del sistema**. Estos sistemas se denominan centrados y pueden considerarse formados por superficies de revolución alrededor del eje óptico. El caso más sencillo es el constituido por dos dióptricos esféricos de los cuales uno puede ser un plano (caso especial donde el radio es infinito). En estos sistemas, denominados lentes, sus centros de curvatura se hallan sobre el eje óptico del sistema o eje principal. Si las superficies están tan próximas que pueden considerarse coincidentes (su separación es despreciable respecto del resto de las distancias de interés), se habla de lentes delgadas.

A partir de consideraciones geométricas y del uso de las leyes de reflexión y refracción, es posible encontrar ecuaciones que vinculen la posición del objeto y la posición de la imagen con la distancia focal de una lente delgada. Las expresiones matemáticas de estas relaciones dependen de la convención usada por lo tanto se remite al alumno a consultar los apuntes de teoría. Por otro lado es posible encontrar una relación entre el tamaño del objeto y la imagen en términos de la posición objeto e imagen (**consultar apuntes de teoría**).

El foco de una lente F es el punto sobre el eje óptico donde todo rayo que incide paralelo a dicho eje, al ser refractado, lo corta. La imagen muy distante se llama el **punto focal** y la distancia entre el centro de la lente y el punto focal se llama la **distancia focal**. En una lente delgada biconvexa los dos puntos focales, objeto F e imagen F' , normalmente están simétricamente ubicados a ambos lados de la lente.

3. Equipo e instrumental

Banco óptico (OS-9103)

Diafragma variable (OS 7119)

Pantalla con escala graduada (OS-9138)

Porta componentes magnéticos (OS-9107)

Diafragma con forma de flecha (OS-9121)

Lámpara de filamento incandescente (OS-9102B)

Lente convexa de $f = 48$ mm (OS-9133)

Lente cóncava de $f = -22$ mm (OS-9131)

Difusor

4. Procedimiento

PARTE A: LENTES CONVEXAS: Determinación de distancias focales. Diagrama de rayos.

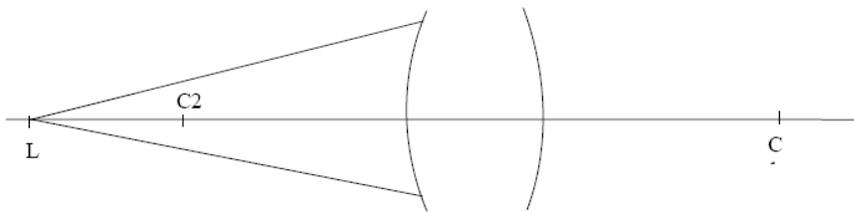
1. Coloque la lámpara en el extremo izquierdo del banco óptico y el diafragma variable (semicerrado) adosado a la misma. Coloque la lente convexa ($f=48$ mm) en el otro

extremo del banco y observe a través de la lente. ¿Qué ve?. Trate de describir la diferencia respecto de lo que se observa sin la lente.

Lo que Ud. ve cuando observa a través de la lente es la **IMAGEN** de la fuente puntual, en este caso la lámpara.

2. Ubique la misma lente a una distancia aproximada de 30 cm de la fuente; coloque la pantalla próxima a la lente y muévala alejándola de ésta. ¿Qué observa? ¿Qué ocurre con el haz de luz que atraviesa la lente?

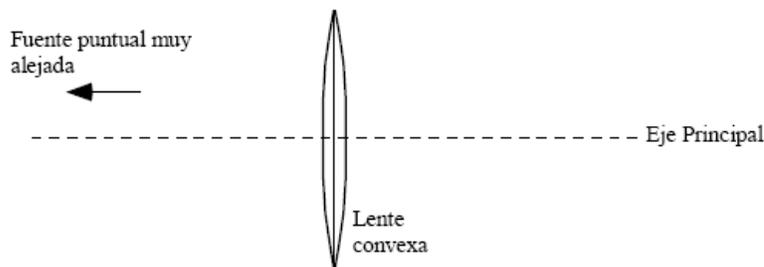
3. Para interpretar lo observado, complete la siguiente figura, dibujando la trayectoria de los rayos que inciden sobre la lente (de vidrio) biconvexa los cuales provienen de una fuente de luz puntual ubicada sobre el eje óptico en el punto L. (Nota: C1 es el centro de curvatura del dióptrico 1 (el que está del lado desde donde incide la luz) y C2 del 2).



4. Busque la imagen más nítida de la fuente luminosa (la de menor diámetro) y registre la distancia de la pantalla a la lente.

5. Aleje la lente de la fuente, y mueva la pantalla hasta tener nuevamente una imagen nítida. ¿Qué pasa con el punto donde convergen los rayos? Compare con lo observado en el paso 4.

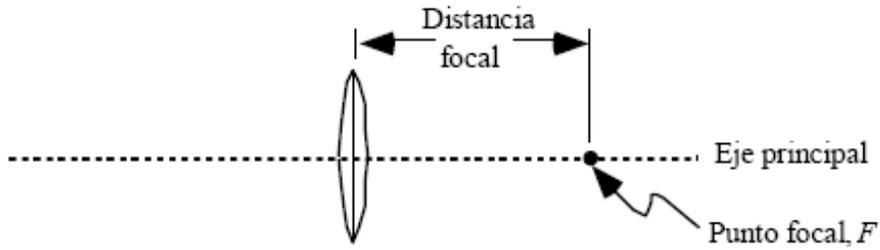
6. Coloque la lente a una distancia de aproximadamente 80 cm de la fuente y mueva la pantalla hasta obtener una imagen nítida de la fuente luminosa. ¿Cómo inciden los rayos sobre la lente? Complete el siguiente diagrama para ilustrar su respuesta.



Basándose en sus observaciones de los pasos 1-5, muestre la continuación de cada uno de estos rayos al otro lado de ésta. Indique en el diagrama dónde convergen los rayos.

Nota: Como se vio en el punto 3), la refracción tiene lugar en ambas superficies de la lente. Sin embargo, en el caso de lentes delgadas, los rayos se trazan como si se desviarán una sola vez en el plano que pasa por el centro de la lente y es perpendicular al eje principal.

El punto de intersección del eje principal y la imagen del objeto muy distante se llama el **PUNTO FOCAL**. La distancia entre el centro de la lente y el punto focal se llama la **DISTANCIA FOCAL**.



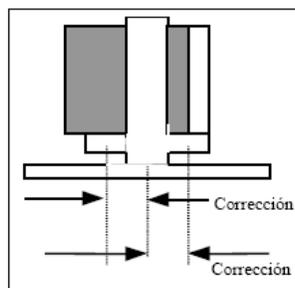
7. Mida la distancia focal para la lente que está usando y complete la tabla siguiente con los valores medidos por cada uno de los integrantes de su grupo. Dado el montaje experimental es necesario tomar en cuenta en los cálculos las correcciones a las distancias provenientes de los distintos componentes (ver Tabla I). Discuta las posibles fuentes de error.

Medida (mm)	Distancia Focal (mm) (medida corregida)
Promedio =	
Incerteza =	

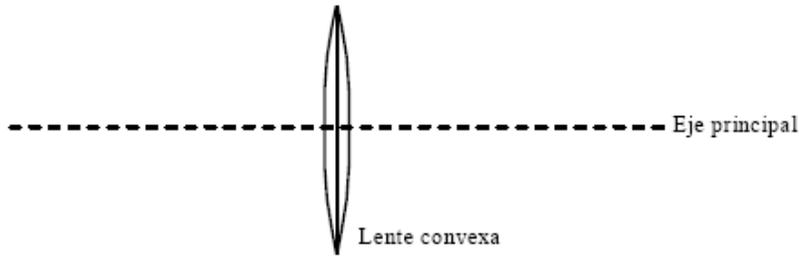
¿Coincide el valor obtenido con el dato del fabricante?

TABLA I

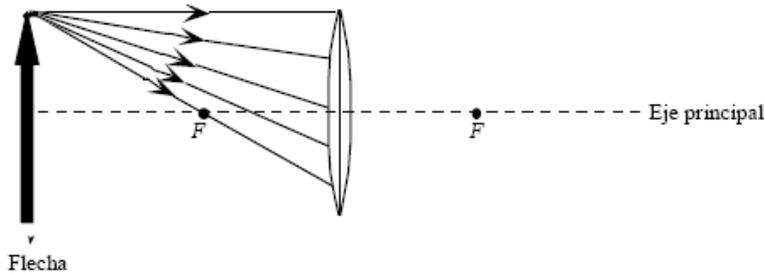
COMPONENTE (Ancho de)	CORRECCION en mm
Componentes montados por deslizamiento	2.45
Lentes	3.25
Pantalla graduada	0.75



8. Ahora, coloque la fuente en el punto focal de la lente convexa, ¿qué pasa con los rayos que atraviesan la lente? Ilustre completando la siguiente figura:



9. El diagrama siguiente muestra varios rayos que van de la punta de un objeto con forma de flecha a una lente convergente.



A- Considere el rayo paralelo al eje principal.

Explique cómo puede usar sus observaciones anteriores para dibujar la prolongación de ese rayo en el lado derecho de la lente. Dibuje este rayo en el diagrama.

B- Considere el rayo que pasa por el punto focal en el lado izquierdo de la lente.

Explique cómo puede usar sus respuestas a la parte C de la sección I para dibujar la continuación de ese rayo en el lado derecho de la lente. Dibuje este rayo en el diagrama.

C- ¿Cómo puede usar estos dos rayos para determinar la posición de la imagen de la punta de la flecha? Rotule la posición de la imagen en el diagrama.

D- Considere el rayo que llega al centro de la lente, donde las superficies esféricas de la lente son casi paralelas.

Con la posición de la imagen como guía, dibuje la continuación de este rayo al otro lado de la lente. Describa el camino que sigue un rayo que pasa por el centro de la lente.

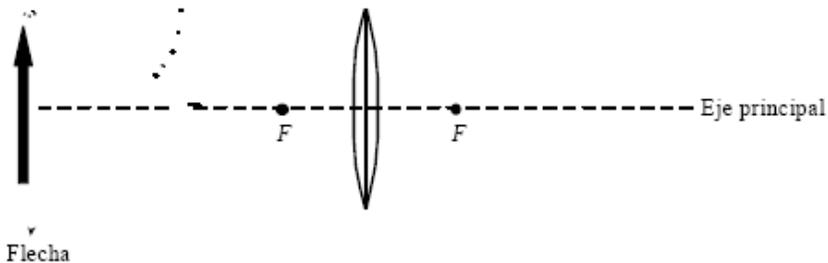
E- Dibuje la continuación de los otros dos rayos que se muestran en el diagrama, al otro lado de la lente.

Los rayos que Ud. dibujó en las partes A, B y C se llaman **RAYOS PRINCIPALES**; éstos son útiles para determinar la posición de una imagen. En algunos casos, uno o más de estos no atraviesan la lente: sin embargo, pueden seguir siendo útiles para determinar la posición de la imagen. Los rayos principales son sólo unos pocos de los que podemos dibujar a partir de un punto en un objeto.

F- En el diagrama anterior, use los tres rayos principales del otro extremo de la flecha para determinar la posición de la imagen del mismo. Si es posible, use un color distinto de lápiz o tinta para esta segunda colección de rayos.

10. Ubique el objeto en forma de flecha entre la fuente y la lente a una distancia de esta última **mayor que 2f**. Mueva la pantalla hasta obtener una imagen nítida del objeto. Describa la imagen observada: ¿es mayor o menor que el objeto? ¿Está derecha o

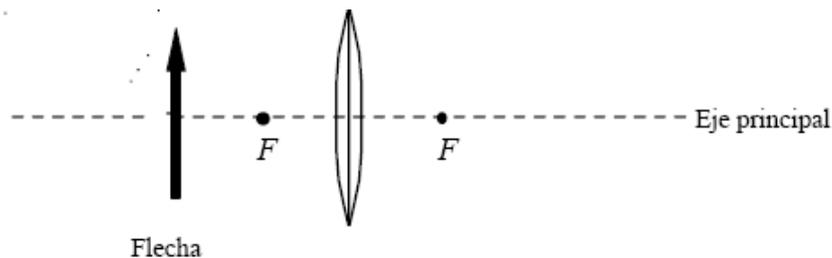
invertida? ¿Está a menor, igual o mayor distancia de la lente que el objeto? Calcule el aumento.
 Haga un diagrama de rayos que explique lo observado.



Saque la pantalla y observe a través de la lente ¿Puede usted todavía ver la imagen del objeto?

11. Ubique el objeto en forma de flecha entre la fuente y la lente a una distancia de esta última de **dos veces la distancia focal**. Mueva la pantalla hasta obtener una imagen nítida del objeto. Describa la imagen observada: ¿es mayor o menor que el objeto? ¿Está derecha o invertida? ¿Está a menor igual o mayor distancia de la lente que el objeto? Calcule el aumento.

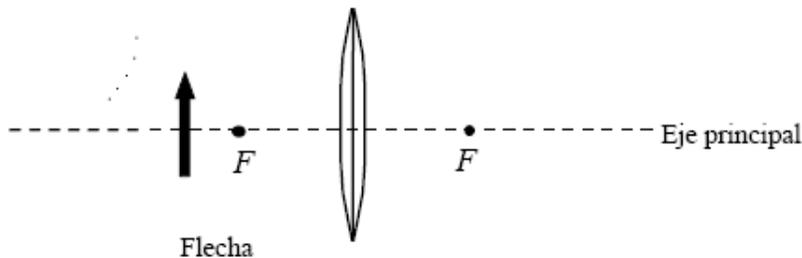
Haga un diagrama de rayos que explique lo observado.



SAque la pantalla y observe a través de la lente ¿Puede usted todavía ver la imagen del objeto?

12. Ubique el objeto en forma de flecha entre la fuente y la lente a una distancia de esta última **entre f y $2f$** . Mueva la pantalla hasta obtener una imagen nítida del objeto. Describa la imagen observada: ¿es mayor o menor que el objeto? ¿Está derecha o invertida? ¿Está a menor igual o mayor distancia de la lente que el objeto? Calcule el aumento.

Haga un diagrama de rayos que explique lo observado.

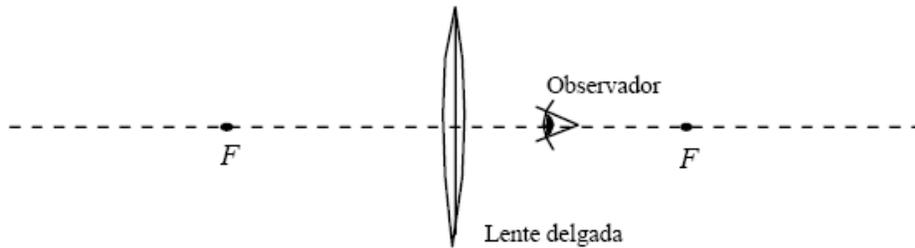


Saque la pantalla y observe a través de la lente ¿Puede usted todavía ver la imagen del objeto?

13. A) Ubique el objeto en forma de flecha entre la fuente y la lente a una distancia de esta última **menor que la distancia focal** (está utilizando la lente como lupa). Localice la imagen. Explique que observa. ¿La imagen está delante o detrás de la lente? ¿Es posible usar la pantalla para determinar la posición de la imagen.? ¿Qué diferencia observa con lo observado en los pasos anteriores?

Saque la pantalla y observe a través de la lente ¿Puede usted ver la imagen del objeto? ¿Cuál está más lejos de Ud. La imagen o el objeto?

B) Dibuje un diagrama de rayos que le permita determinar la posición de la imagen que acaba de observar.



Basándose en su diagrama, ¿cuál está más lejos del observador: la imagen o el objeto?

¿Es su respuesta consistente con sus observaciones de la parte A? Discuta con sus compañeros y eventualmente repita la observación hecha en la parte A.

¿Hace una lupa sencillamente que un objeto *parezca* más cercano (es decir, forma una imagen del objeto más cercana a Ud. que el objeto mismo)? Si no, ¿qué hace?

¿De acuerdo a su diagrama de rayos, cuál es mayor: la imagen del objeto (con la lente en su lugar), o el objeto (sin la lente)? ¿Cómo se lograría la mayor relación entre el tamaño de la imagen y el del objeto? Verifíquelo.

PARTE B: LENTES CÓNCAVAS

1) Coloque ahora la lente cóncava de un lado de un porta componentes y un diafragma variable del otro lado del mismo. ¿Qué función cree que cumple el diafragma? Ponga este arreglo a unos 40 cm de la fuente luminosa (Figura 2.2), de la misma manera que en el caso de las lentes convergentes, busque la posición del foco imagen.

¿Encontró el foco?

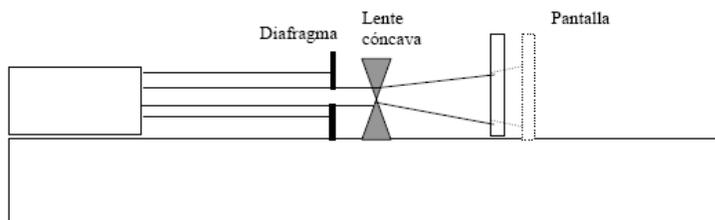


Figura 2.2. Disposición de elementos para la determinación de la distancia focal de una lente divergente.

2) Coloque la pantalla más allá de la lente y vea que al ir alejándola de la lente, el círculo observado es cada vez más grande. Mida el tamaño de dicho círculo iluminado sobre la

pantalla y la distancia entre la lente y la pantalla para varias posiciones de esta última y gráfíquelos en la cuadrícula que figura a continuación. Discuta como con esta información puede obtener la distancia focal. Haga además un gráfico a escala de la marcha de los rayos correspondientes a los bordes del diafragma.

NOTA: En el caso de una lente divergente, el foco imagen es el punto en el cual convergen las prolongaciones de los rayos emergentes, cuando la incidencia es paralela al eje óptico.

Gráfico del diámetro de la imagen en función de la distancia lente-pantalla.

Gráfico del diámetro de la imagen en función de la distancia lente-pantalla

