

Práctica de Óptica Geométrica

Determinación de la distancia focal de lentes delgadas convergentes y divergentes	2
Pre - requisitos para realizar la práctica.....	2
Bibliografía recomendada en referencia al modelo teórico.....	2
Competencias a desarrollar por el alumno.....	2
Introducción teórica	2
Preguntas.....	4
Desarrollo de la práctica.....	4
Materiales a utilizar.....	4
Procedimiento y recomendaciones en el desarrollo de la práctica.....	5
Propuesta 1: Clasificación de lentes.....	5
a) Por medio de la imagen	5
b) Por medio de la marcha de rayos en lentes biconvexas y bicóncavas.....	6
Propuesta 2: Medición de distancias focales de lentes convergentes.....	6
Métodos de procesado de mediciones.....	6
Método 1.....	6
Método 2.....	6
Análisis de las mediciones.....	7

**Determinación de la distancia focal de lentes delgadas
convergentes y divergentes**

- ✓ Aplicación de las leyes de la óptica geométrica para el reconocimiento de lentes convergentes y divergentes
- ✓ Mediciones directas e indirectas de las distancias focales de lentes delgadas por distintos métodos.

Pre - requisitos para realizar la práctica

- ✓ Teoría correspondiente a lentes delgadas convergentes y divergentes. Deducción de las expresiones a utilizar.
- ✓ Análisis de la formación de imágenes para cada una de estas lentes, para distintas posiciones y tipos de objetos.

Bibliografía recomendada en referencia al modelo teórico

Ver bibliografía indicada en la página de la materia:

<http://www.fi.uba.ar/materias/6201/bibliografia.htm>

Se sugiere consultar:

Baird, D.C. Experimentación. Una Introducción a la Teoría de Mediciones y al Diseño de Experimento. Ed Prentice–Hall Hispanoamericana, 1988.

Hecht, E. y Zajac A. Óptica. Addison-Wesley Iberoamericana, 1990.

Resnick, R., Halliday, D., Krane, K.S. Física, Vol II, Ed CECSA, México, 1993.

Rossi B. Fundamentos de Óptica. Reverté, México, 1976.

Signorini. Óptica Geométrica. Apuntes.

Competencias a desarrollar por el alumno

- ✓ Estimar las fuentes de error.
- ✓ Adoptar criterios para la selección de datos.
- ✓ Comparar el modelo teórico con los datos experimentales.
- ✓ Proponer mejoras en el desarrollo de trabajos experimentales
- ✓ Trabajar en grupo

Introducción teórica

Al estudiar la teoría correspondiente a lentes delgadas y la deducción de las fórmulas a utilizar se obtiene, para el sistema coordinado indicado en la figura 1, que:

$$(1) \quad \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f}$$

Donde:

X = posición del objeto respecto del centro óptico de la lente

X' = posición de la imagen respecto del centro óptico de la lente

f = posición del foco principal objeto respecto del centro óptico de la lente (distancia focal objeto)

f' = posición del foco principal imagen resp. del centro óptico de la lente (distancia focal imagen)

R_1 = posición del centro de curvatura de la primera dioptra respecto del centro óptico

R_2 = posición del centro de curvatura de la segunda dioptra respecto del centro óptico

n = índice de refracción de la lente

n_o = índice de refracción del medio exterior a la lente

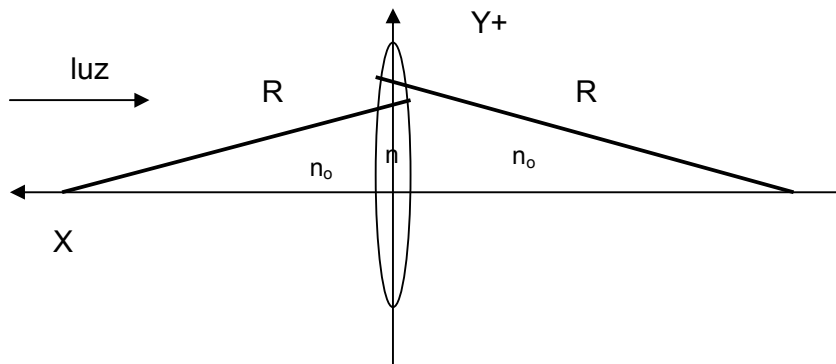


Figura 1

Todas las ecuaciones anteriores se refieren a un sistema para el cual las x positivas se miden desde el centro óptico de la lente en el sentido opuesto a la luz incidente. Si se aplica otro sistema de referencia se deberán adaptar las ecuaciones al mismo.

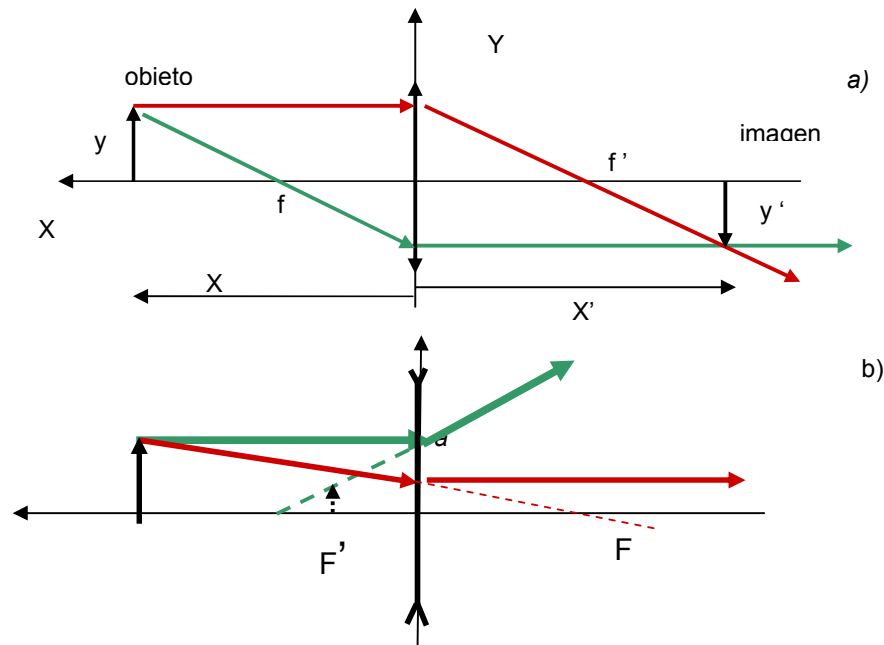


Figura 2

Obtención de la imagen de objeto real, por medio de trazado de rayos, a) para una lente convergente, b) para una lente divergente. Indicación de posiciones objeto e imagen y focos objeto e imagen. Cada una de esas posiciones tendrá el signo que le corresponda de acuerdo al sistema coordenado elegido

Las imágenes obtenidas pueden ser virtuales o reales y además guardan ciertas relaciones de alturas con el objeto, de acuerdo a la posición del mismo. Esta relación se calcula a través de la expresión del aumento lateral

$$(2) \quad A = \frac{y'}{y} = \frac{x'}{x}$$

También resulta útil definir la potencia de la lente como

$$(3) \quad P = \frac{1}{f}$$

Cuando la distancia focal se mide en metros la potencia se expresa en dioptrías.

Para un sistema de lentes adosadas, se obtiene que su potencia es

$$(4) \quad P_T = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f}$$

y para más de un elemento óptico, en general, el aumento será:

$$(5) \quad A_T = A_1 \cdot A_2 \quad \text{¿por qué?}$$

Preguntas (justificar las respuestas)

1. ¿El tubo fluorescente es un objeto real o virtual? Realizar un esquema de la marcha de rayos indicando las características de la imagen que se obtiene.
2. Observar a través de una lente un determinado objeto. Si se observa una imagen virtual aumentada la lente es convergente y en caso contrario es divergente. Justificar el procedimiento con marcha de rayos (ver figura 2).
3. Si la lente es convergente, ¿produce siempre una imagen real de un objeto real?
4. Si es divergente, ¿cuándo produce una imagen real?
5. ¿Una lente biconvexa es siempre convergente?

Desarrollo de la práctica

Materiales

- ✓ Varillas de hierro de distintas longitudes, morsas, “nueces”, soportes (Banco).
- ✓ Lentes convergentes y divergentes.
- ✓ Pantallas.
- ✓ Portalámparas, focos luminosos.
- ✓ Espejo.
- ✓ Regla graduada al ½ cm.
- ✓ Bancos ópticos Pasco de 1,2 m
- ✓ Fuente luminosa Pasco OS-9102 C
- ✓ Caja de lentes (fig 3)

- ✓ Caja de rayos Pasco OS-8517A (fig 4)
- ✓ Laser

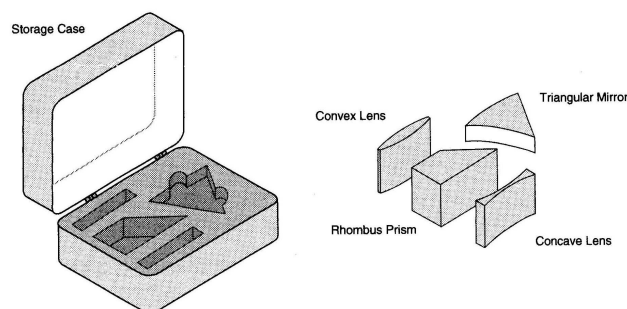


Figura 3

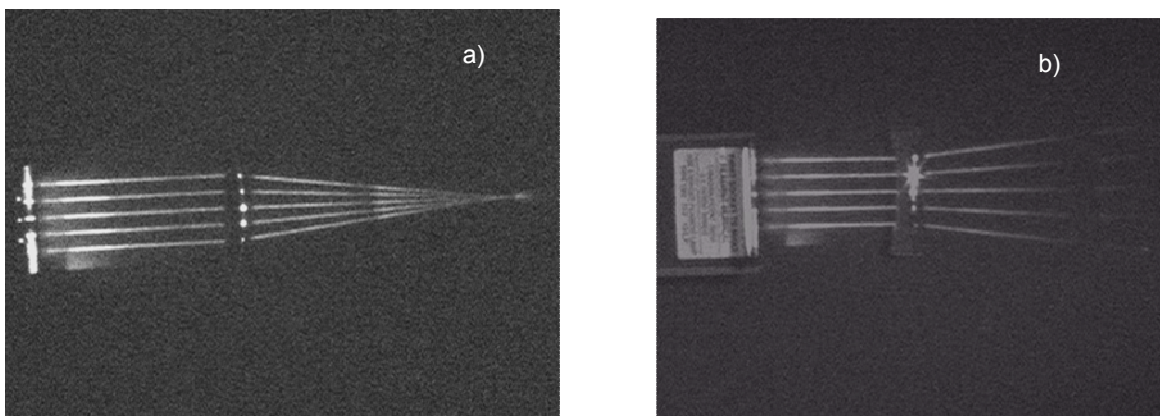


Figura 4

Trazado de rayos en: a) lente convergente b) lente divergente, con caja de rayos paralelos

Procedimiento y recomendaciones en el desarrollo de la práctica

Para clasificar las lentes en convergentes y divergentes, y calcular sus distancias focales se pueden utilizar diversos métodos y materiales. Aquí se desarrollan algunos.

En todos los casos se recomienda no mirar fijamente directamente a la fuente luminosa durante mucho tiempo.

Propuesta 1: Clasificación de lentes

a) Por medio de la imagen

Se trata de clasificar las lentes que se entregan en clase en convergentes y divergentes. Para ello obtener la imagen de un objeto luminoso lejano sobre una pantalla (puede utilizarse como objeto un tubo fluorescente o alguna otra fuente luminosa). Si se forma una imagen la lente es convergente (*¿esto es siempre así?*)

pensar en qué posiciones de objetos reales ocurre esto). Si no se logra, es divergente (¿cómo se aseguraría de esto?). Justificar el procedimiento con marcha de rayos.

b) Por medio de la marcha de rayos en lentes biconvexas y bicóncavas

Realizar un reconocimiento de lentes y espejos y determinar sus respectivos focos. Para llevar a cabo esta experiencia colocar convenientemente las lentes y los espejos sobre el papel milimetrado (apoyándolos sobre sus caras planas).

Luego de hacer incidir el haz de rayos paralelos (o directamente un haz laser) sobre cada uno de los elementos a estudiar, trazar con lápiz la trayectoria de los rayos de luz y también la de sus prolongaciones (cuando corresponda), hasta que quede determinado el foco. Medir la posición del foco con sentido físico e indicar de qué tipo de foco se trata (ver figura 4).

Propuesta 2: Medición de distancias focales de lentes convergentes

Se trabajará con un banco óptico, (*Fig.5 o Fig 6 según sean los materiales disponibles*), utilizando una lente convergente. Realizar una única secuencia de mediciones, pero procesar los datos mediante tres métodos distintos.

Para ello, en alguna posición en que la imagen se vea nítida, medir las posiciones del objeto (x) y de la imagen (x') respecto de la lente. Luego, repetir este procedimiento, cambiando la posición de la lente y la pantalla. Consignar los resultados obtenidos en un cuadro.

Métodos de procesamiento de mediciones

Método 1: Aplicando la ley de Descartes, con el sistema de referencia correspondiente, se calcula f y Δf .

Método 2: Graficar $1/x'$ (eje y) vs $1/x$ (eje x) ¿Qué tipo de curva obtiene a partir de las mediciones? ¿Cómo determinar el foco? ¿Qué incerteza asignar?

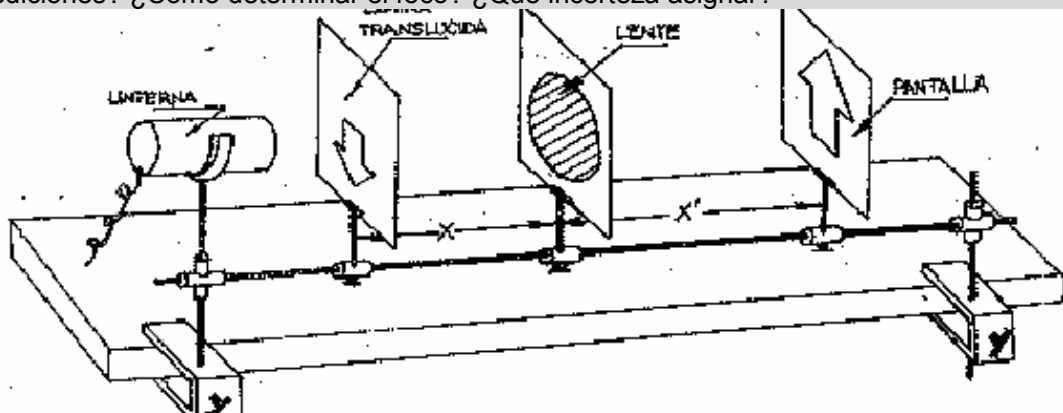


Figura 5

Banco óptico, utilizando como objeto una pantalla translúcida con una flecha dibujada, que se ilumina con una linterna. Se intercala la lente en el camino de los rayos provenientes del objeto (flecha) de modo que se pueda recoger la imagen del mismo en una pantalla

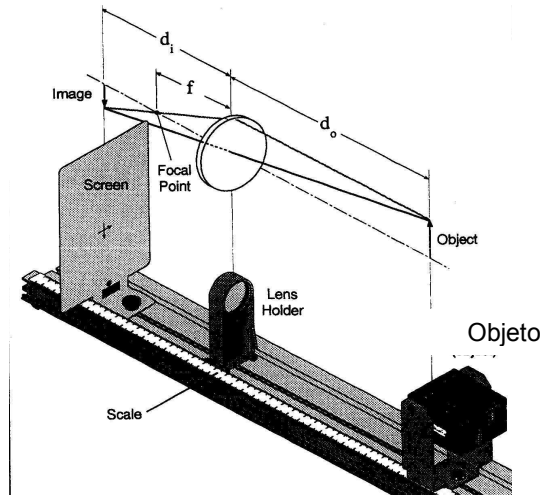


Figura 6

Este banco óptico consiste en un riel con una escala graduada adosada a él, sobre el cuál se pueden deslizar soportes que sostienen los elementos a usar: objetos, lentes, pantallas, etc.

Los errores a evaluar en cada determinación se pueden agrupar en:

- i) Error de fórmulas
- ii) Error de sensibilidad o de indefinición
- iii) Error del instrumento

i) la fórmula de Descartes utilizada se aplica para lentes delgadas donde el espesor “e” de la misma es despreciable frente a los valores de x y x’. El análisis de este error es bastante complejo pero puede mantenerse pequeño si:

$$|e| \ll X \quad \text{y} \quad |e| \ll X'$$

ii) Es el ojo el que juzga la mejor posición de la pantalla para ver nítida la imagen. Existe un intervalo dentro del cual se puede mover la pantalla y tener nitidez en la imagen. Siendo x'_1 y x'_2 los extremos de ese intervalo se adoptará como valor de x' :

$$x' = \frac{x'_1 + x'_2}{2}$$

y de la indeterminación debida a la sensibilidad será

$$\square X' = |X'_1 - X'_2| / 2$$

Pregunta : ¿Cuál será la indeterminación que se elegirá debido al instrumento?