



Experimento 4: Formación de imágenes por lentes delgadas

Objetivo

Estudiar la formación de imágenes por lentes delgadas con aplicaciones a microscopios y telescopios.

Materiales

- Banco óptico
- Lentes positivas ($f > 0$) y lentes negativas ($f < 0$)
- Fuente de luz (Ampolleta), con su correspondiente fuente de poder
- Pantalla y papel milimetrado
- Regla y una huincha de medir
- Una cámara web y un notebook o su teléfono celular

Introducción

La figura 1 representa la formación de imagen por una lente delgada en la aproximación paraxial, donde f corresponde a la distancia focal de la lente, d_o la distancia del objeto

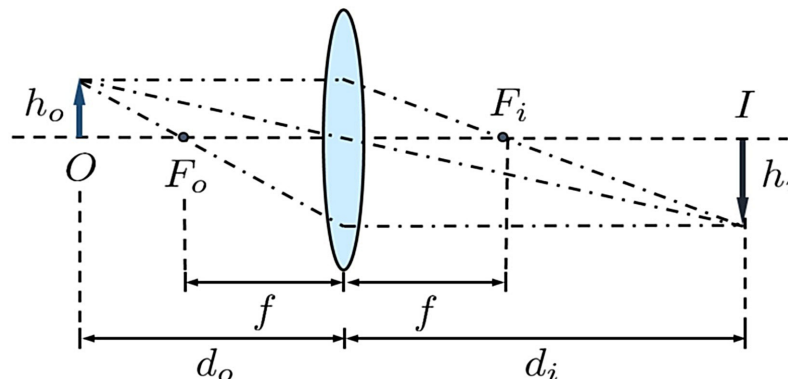


Figura 1: Formación de imagen por una lente delgada.

de altura h_o a la lente y d_i la distancia de la imagen de altura h_i a la lente. F_o y F_i son los puntos focales de la lente. La ecuación de lentes establece la relación entre d_o , d_i y f .

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

La magnificación en la figura 1 está dada por

$$M = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{d_i}{d_o}$$

donde d_o y d_i son distancias, y por lo tanto, son positivas. En cambio, h_o y h_i son alturas y pueden ser tanto positivas como negativas.

Parte 1: Distancia Focal y Magnificación de una Lente positiva

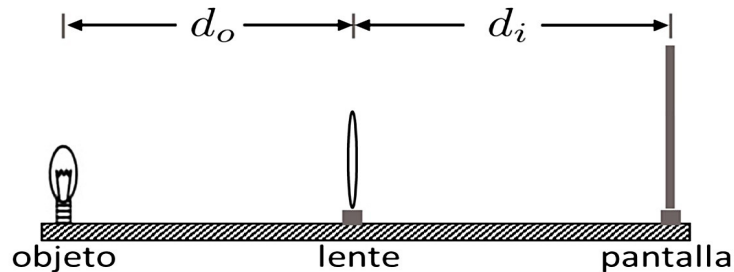


Figura 2: Montaje óptico para medir la distancia focal de una lente positiva.

1. Obtenga una primera medición de la distancia focal de la lente positiva, usando el hecho que fijando las posiciones del objeto (ampolleta) e imagen (pantalla), existen dos posiciones de la lente que producen una imagen.
2. Para una posición fija de la ampolleta, ajuste la posición de la pantalla de modo tal que obtenga la imagen más nítida posible.
3. Para la condición anterior mida d_o , d_i y h_i (altura de la imagen).
4. Manteniendo ampolleta y pantalla fijas, mueva la lente hasta encontrar una nueva posición que produce una imagen nítida en la pantalla.
5. Para esta nueva condición mida d_o , d_i y h_i (altura de la imagen).
6. Determine f a partir de las mediciones anteriores.
7. Obtenga una segunda medición de la distancia focal, graficando $1/d_i$ vs $1/d_o$ para la misma lente de la medición anterior.
8. En este conjunto de mediciones determine para cada distancia d_i el rango de distancia en la cual la imagen tiene una calidad aceptable y asocie a este valor el error en la determinación de la posición de la imagen.
9. En sus gráfico incluya las incertezas estimadas para d_i .
10. Usando sus datos, d_o , d_i y h_i , haga un gráfico de h_i vs d_i / d_o , para calcular la altura del objeto.

Parte 2: Distancia Focal de una Lente negativa

El procedimiento anterior no es útil al momento de determinar la distancia focal de una lente negativa, ya que esta por sí sola no puede formar una imagen real. Sin embargo, la distancia focal de una lente negativa puede ser medida si ella conforma con otra lente positiva un sistema de lentes que puede formar una imagen real. Para realizar la medición, considere el montaje óptico de la figura 3.

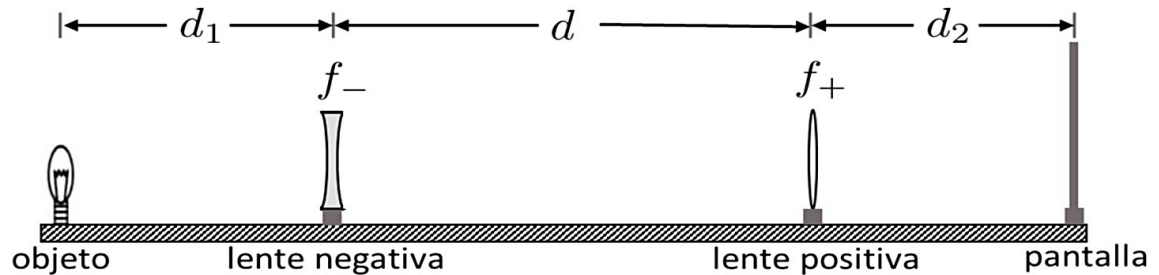


Figura 3: Montaje óptico para medir la distancia focal de una lente negativa.

1. Arme un montaje óptico tal como se muestra en la figura 3.
2. Mueva las lentes hasta ver que se forme una imagen lo más nítida posible en la pantalla.
3. Mida las distancias d_1 , d , y d_2 . La distancia focal f_- se puede determinar usando las distancias medidas, d_1 , d , y d_2 y la ecuación de lentes. De esta forma, usted podrá calcular posiciones de las imágenes reales y virtuales producidas por las lentes, a partir de las cuales se puede obtener f_- .
4. Repita estas mediciones a fin de disminuir su margen de error en la medición de la distancia focal de la lente negativa.

Parte 3: Telescopio Astronómico

Un telescopio astronómico está formado por dos lentes delgadas positivas como muestra la figura 4.

1. Arme un montaje óptico tal como se muestra en la figura 4. Usa $f_1 = 300$ mm y $f_2 = 125$ mm.
2. Observa con el telescopio un objeto, por ejemplo papel milimetrado, que se encuentre a unos tres metros de distancia.
3. Haz una foto del objeto utilizando el telescopio y sin el telescopio. En ambos casos, la distancia entre la cámara y el objeto debe ser la misma para que de esta forma se pueda calcular experimentalmente la magnificación. Compare esta última con el valor esperado.

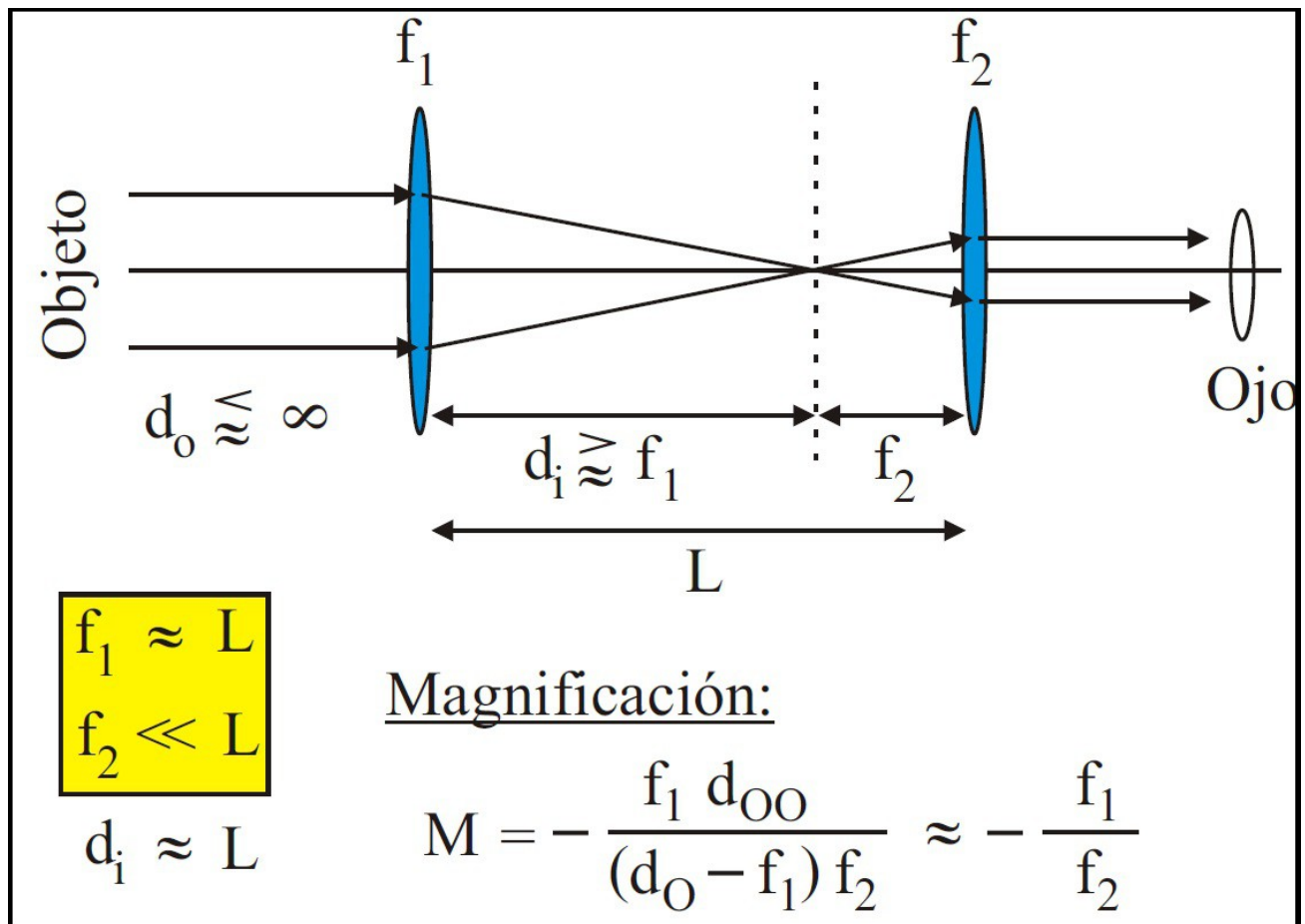


Figura 4: Telescopio Astronómico

Nota: d_{oo} es la distancia entre el objeto y el ojo.

Nota: d_o es la distancia entre el objeto y el lente 1.

Parte 4: Telescopio de Galileo

El telescopio de Galileo está formado por una lente delgada positiva y otra lente delgada negativa. La ventaja de este telescopio es que la imagen no se invierte y el telescopio es más corto.

1. Arme un telescopio de Galileo con $f_1 = 300$ mm y $f_2 = -50$ mm.
2. Determine la magnificación del telescopio.

Parte 5: Microscopio

Un microscopio está formado por dos lentes delgadas positivas como muestra la figura 5.

1. Arme un montaje óptico tal como se muestra en la figura 5. Usa $f_1 = 15 \text{ mm}$ y $f_2 = 125 \text{ mm}$.
2. Observa con el microscopio un objeto, por ejemplo papel milimetrado, que se encuentre muy cerca al plano focal de la lente 1.
3. Haz una foto del objeto utilizando el microscopio y sin el microscopio. En ambos casos, la distancia entre la cámara y el objeto debe ser la misma para que de esta forma se pueda calcular experimentalmente la magnificación. Compare esta última con el valor esperado.

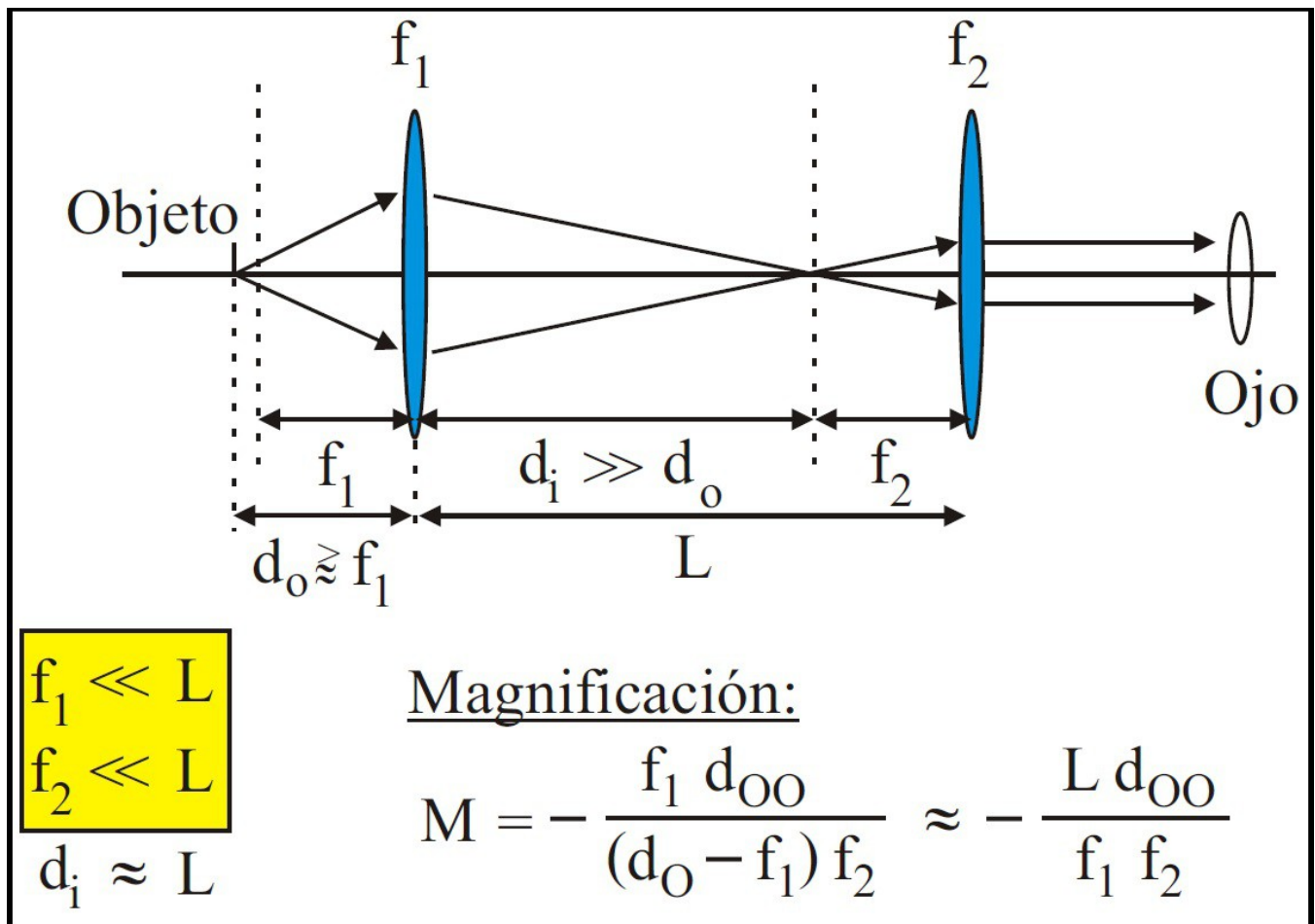


Figura 5: Microscopio

Nota: d_{oo} es la distancia entre el objeto y el ojo.

Nota: Dado que en este caso, a diferencia al telescopio, el ser humano es libre de elegir la distancia entre el objeto y el ojo, normalmente se toma $d_{oo} = 250 \text{ mm}$ como valor de referencia. ("Reference seeing distance")