

EXPERIMENTO 16

OPTICA IV : LENTES

1. Objetivo

Determinación experimental de los puntos focales de lentes convexas, estudio del efecto de magnificación y su relación con las distancias focales y de los tipos de aberración en las imágenes.

2. Bases teóricas

Una lente es un sistema óptico formado por dos superficies refractantes, por ejemplo un objeto de vidrio limitado por dos superficies esféricas de radio R_1 y R_2 . Si hacemos incidir un haz de luz paralelo al eje de la lente, los rayos se cortarán en un punto llamado “punto focal” (o foco). Una lente tiene, en general, dos puntos focales, F_1 y F_2 (ver Fig.1a y b).

Por supuesto, como el camino de un rayo luminoso es reversible, una fuente puntual colocada en cualquiera de los focos dará rayos paralelos al eje de la lente después de pasar por ella. Un rayo que pase por el centro de la lente (láminas paralelas) no tendrá una desviación angular.

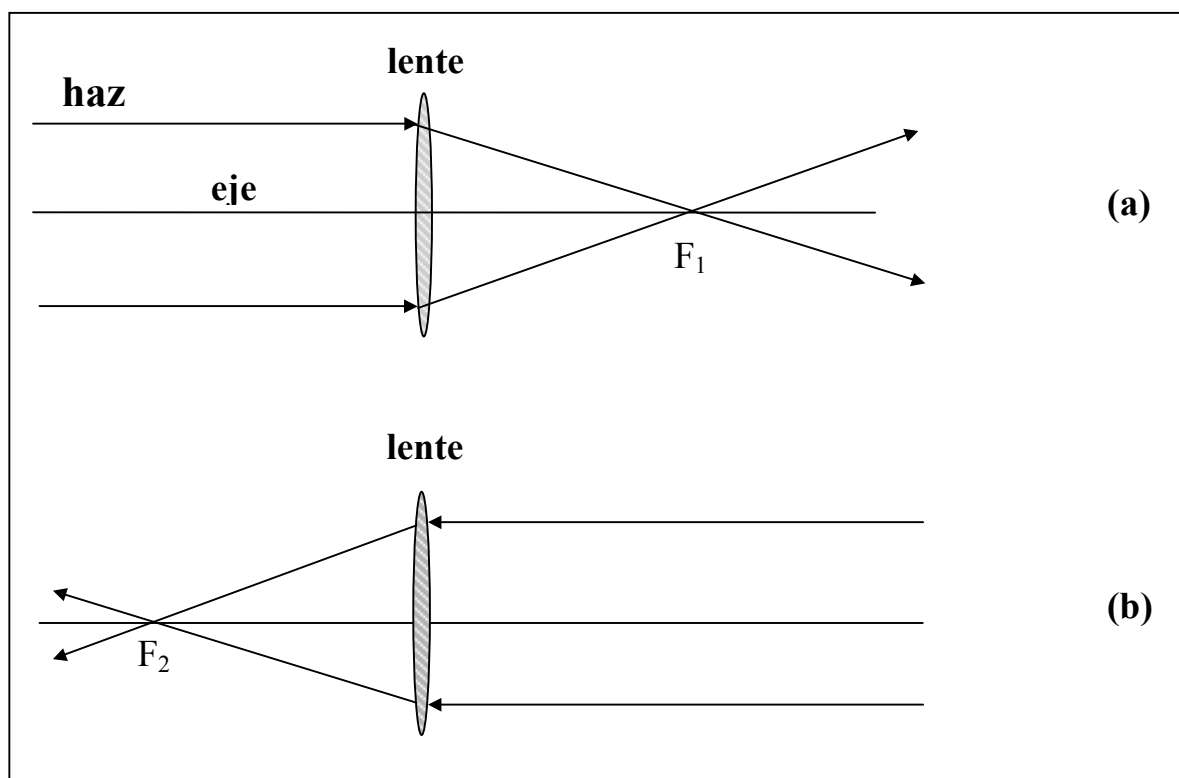


Figura 1

Estas simples reglas constituyen herramientas geométricas sencillas para determinar la imagen de un objeto formado por una lente.

Una lente en que R_1 y R_2 son >0 es una lente convexa o convergente. Si el espesor de la lente es pequeño comparado con las distancias focales (lente delgada), cada mitad de la lente (respecto del eje) se comportará como una cuña de pequeño ángulo y en ese caso se puede demostrar que ambas distancias focales son iguales a f dada por :

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (1)$$

donde n es el índice de refracción del material de la lente.

La ecuación (1), se conoce como “ecuación del constructor de lentes”

Consideremos ahora la Fig.2

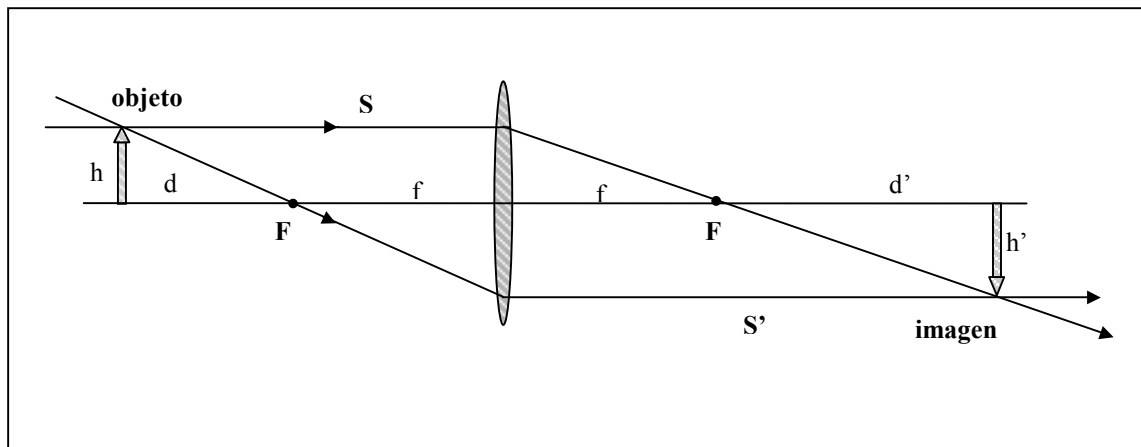


Figura2

Vemos que la imagen se ha invertido y magnificado. La magnificación, $m=h'/h$, viene dada por :

$$m = \frac{S}{S'} = \frac{f}{d} = \frac{d'}{f} \quad (2)$$

De aquí, como $d'=s'-f$, se puede obtener la “ecuación de las lentes delgadas” :

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f} \quad (3)$$

la que es muy útil para ubicar la imagen formada por una lente. La ecuación (3) no depende del tamaño del objeto, por lo tanto: todos los puntos de un objeto a una distancia s de la lente forman sus imágenes sobre un mismo plano que está a una distancia s' . De ahí que, más que hablar de puntos focales de una lente, podemos hablar de planos focales.

Consideremos ahora la Fig3.

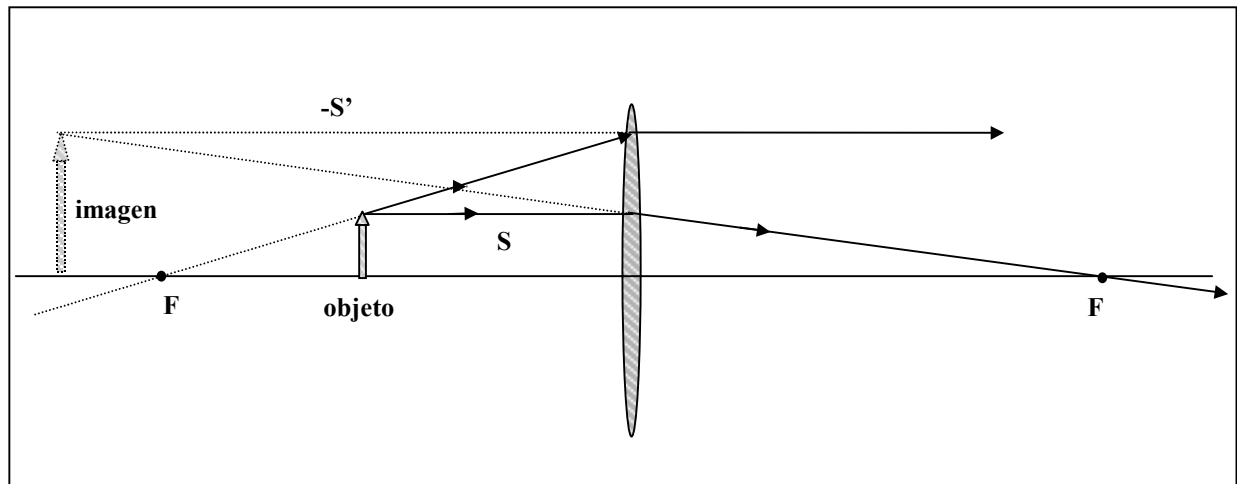


Figura 3

Aquí los rayos no se cortan (no forman una imagen real) sino que parecen venir de lo que se llama imagen virtual. Vale la misma ecuación (3), pero usando $-s'$ en lugar de s' . Una imagen virtual es más común de lo que pensamos, pues es lo que vemos a diario en un espejo.

Aunque las superficies de una lente sean perfectamente esféricas, ésta presentará distintos tipos de aberraciones que limitan la nitidez de la imagen. Como el índice de refracción depende de λ , cuando un objeto se ilumina con luz blanca, la imagen correspondiente a cada color que la componen se formarán sobre distintos planos desplazados levemente entre sí. Esto se denomina aberración cromática. Por otra parte, la ecuación (1) vale sólo para ángulos pequeños. En realidad, aún para luz monocromática, rayos paralelos al eje de la lente producen imágenes cuya posición varía con la distancia de los rayos al eje. Por ello un haz paralelo dará una imagen de dimensiones finitas en lugar de una auténtica imagen puntual. Este es un ejemplo de aberración monocromática (esto también implica que un objeto puntual puede ser acercado o alejado de la lente una cierta distancia y su imagen parecerá permanecer en foco, esa distancia se llama “profundidad de campo”)

3. Procedimiento

Para este experimento se usará una lámpara incandescente

- i) Haciendo uso de las propiedades geométricas de propagación de un haz paralelo al eje de la lente, medir la distancia focal f de una lente biconvexa y verificar que ésta es única (lente delgada)
- ii) Intentar medir la distancia focal de una lente plano-cóncava. Cómo hacerlo ?. Qué ocurre ?
- iii) Medir la distancia focal de una lente bi-convexa, haciendo uso de la ecuación de las lentes delgadas y generando una imagen de magnificación $m=1$ en una escala milimetrada.
- iv) Diseñe y realice experimentos sencillos para observar efectos de aberración.