

Física 2

Laboratorio N° 1

Óptica Geométrica

Enunciado de

Laboratorio

Laboratorio N° 1

Tema 1-A: Medida de la Longitud Focal de un Sistema Óptico.

I- Objetivo

En esta práctica se estudia un método para determinar la longitud focal de dos sistemas ópticos diferentes. En primer lugar se determinará la longitud focal de una lente delgada convergente y luego se montará un sistema óptico que permita determinar la longitud focal de una lente delgada divergente. A este fin se configurarán dos sistemas ópticos convergentes diferentes:

- (1) El primero estará conformado simplemente por la lente convergente problema.
- (2) El segundo sistema estará conformado por dos lentes delgadas: una lente convergente, L' , de longitud focal conocida y la lente divergente, L , cuya longitud focal deseamos determinar. Las lentes se montarán en una configuración convergente.

II- Introducción Teórica

Consideremos el sistema óptico representado en la Figura 1, en el cual P y $P1$ son dos puntos objeto axiales arbitrarios y P' y $P1'$ son sus respectivas imágenes paraxiales (decimos que $P - P'$ y $P1 - P1'$ son puntos conjugados). Aplicando la ecuación de Gauss, para cada par de puntos conjugados obtenemos las siguientes relaciones,

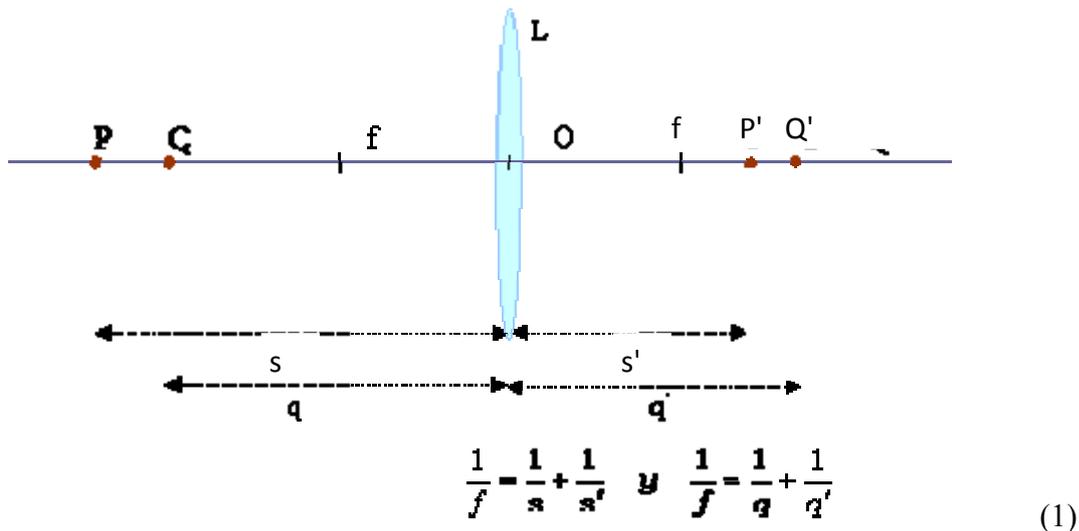


Figura 1

Es decir que para una distancia objeto arbitraria x y hay una distancia imagen x' que se

obtiene de la siguiente relación,

$$\frac{1}{x'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{x} \quad (2)$$

Esta ecuación de conjugación proporciona la posición x' a la que se localiza el punto imagen P' del punto P , ubicado a una distancia x de la lente de longitud focal f . Es importante notar que esta ecuación, así como se la ha planteado es válida solo para lentes delgadas, si el sistema óptico problema no cumple con esta condición se debe aplicar una ecuación más general, en la que se tenga en cuenta el espesor de la lente [Hecht, Zajac "Óptica" Cap.6 (Ed. 1986)].

III- Procedimiento Experimental

Sobre el banco de óptica se dispondrán, en este orden, una fuente de luz, una pantalla difusora (que actúa como objeto), el sistema óptico problema, y el sistema de observación. En el caso (1), en el cual el sistema problema es una lente convergente, el sistema de observación será simplemente una pantalla opaca. En el caso (2), en el que la lente problema es una lente divergente, se utilizará una lente convergente, L' , de longitud focal conocida, f' , a fin de obtener una imagen real. Por lo tanto, a una distancia L de la lente problema se colocará la lente L' y detrás de ésta una pantalla opaca para observar la imagen final de nuestro sistema.

En el caso (1) la técnica simplemente consiste en buscar y medir las posiciones de las imágenes observadas para distintas posiciones del objeto. Las medidas obtenidas se representan gráficamente. Luego, teniendo en cuenta que los resultados obtenidos deben cumplir la ecuación (2), mediante un ajuste por cuadrados mínimos se determina la longitud focal de la lente.

En el caso (2) la lente problema, L , y L' se disponen de modo de generar un sistema convergente. Una vez dispuestas, se mide la distancia entre las mismas, la cual se debe mantener fija durante toda la experiencia. Luego se procede de la misma manera que en el caso anterior, es decir se buscan y miden las posiciones de las imágenes observadas para distintas posiciones del objeto. Las medidas obtenidas se representan gráficamente. Los resultados se comparan con los que se esperan teóricamente y mediante un ajuste por cuadrados mínimos se determina la longitud focal de la lente problema.

Algunas cuestiones a tener en cuenta antes de comenzar a tomar las medidas:

1. Analice el rango de posiciones que puede ocupar el objeto, en el espacio objeto del sistema, para que éste proporcione una imagen real de tamaño y posición conveniente. Una vez determinado ese rango, a fin de obtener medidas suficientemente precisas, los valores x_i se tomarán espaciados adecuadamente para que tanto éstos como los correspondientes x'_i , tomen valores relativamente grandes. Procurar que en el caso de los valores x_i sus valores inversos estén espaciados lo más regularmente posible (recuerde que esos datos son lo que se graficarán!).
2. Una vez registrados los datos para resolver este sistema, realice la siguiente experiencia. Coloque el objeto a una posición de la lente tal que permita obtener una buena imagen de la misma. Mida la distancia objeto, la distancia imagen y la distancia entre el plano objeto y el plano imagen, a esta última la llamaremos

D. Ahora, sin mover el objeto ni la pantalla de observación, desplace la lente hasta obtener nuevamente una imagen sobre la pantalla de observación. Mida nuevamente la distancia objeto e imagen. ¿Cómo se relacionan estas distancias objeto e imagen con la tomadas previamente?. Discuta con sus compañeros si es posible obtener este resultado para cualquier distancia D entre los planos conjugados.

3. ¿Cómo podría utilizar el último resultado para medir la longitud focal de nuestra lente problema? (Obs. Este método se denomina *método de Bessel* y se basa en el hecho de que un sistema óptico convergente, situado entre dos planos separados una distancia L , es capaz de conjugar ambos planos únicamente cuando se sitúa en dos posiciones bien definidas, separadas por una distancia d , tal que $d^2 = L(L - 4f)$)
4. Ahora pasando al caso (2), analice las condiciones bajo las cuales el sistema óptico en su conjunto es convergente. Es decir determine las posiciones relativas que deben ocupar las lentes para que sea posible observar imágenes reales. Analice los casos en los cuales (a) la primer lente es la convergente y (b) la primer lente es la divergente. Determine cuál es la disposición más favorable de las lentes. A fin de tomar una decisión, estudie bajo qué condiciones se obtienen imágenes reales y cual es el rango de éstas distancias en cada caso.
5. Discuta el hecho de que bajo algunas condiciones se tiene un *objeto virtual*. ¿Qué significado tiene este término?.
6. Una vez definida la posición de las lentes, mida la distancia L entre las mismas. (Obs. esta distancia, una vez fijada, no debe modificarse). Luego analice el rango de posiciones que puede ocupar el objeto, en el espacio objeto del sistema, para que éste proporcione una imagen real de tamaño y posición conveniente. Una vez determinado ese rango, se procederá como en el caso anterior.
7. Repita para este sistema la práctica descrita en el inciso (2). Discuta los resultados con sus compañeros y analice la posibilidad de utilizarlo como método alternativo para medir la longitud focal de la lente.

Física 2

Laboratorio N° 1

Óptica Geométrica

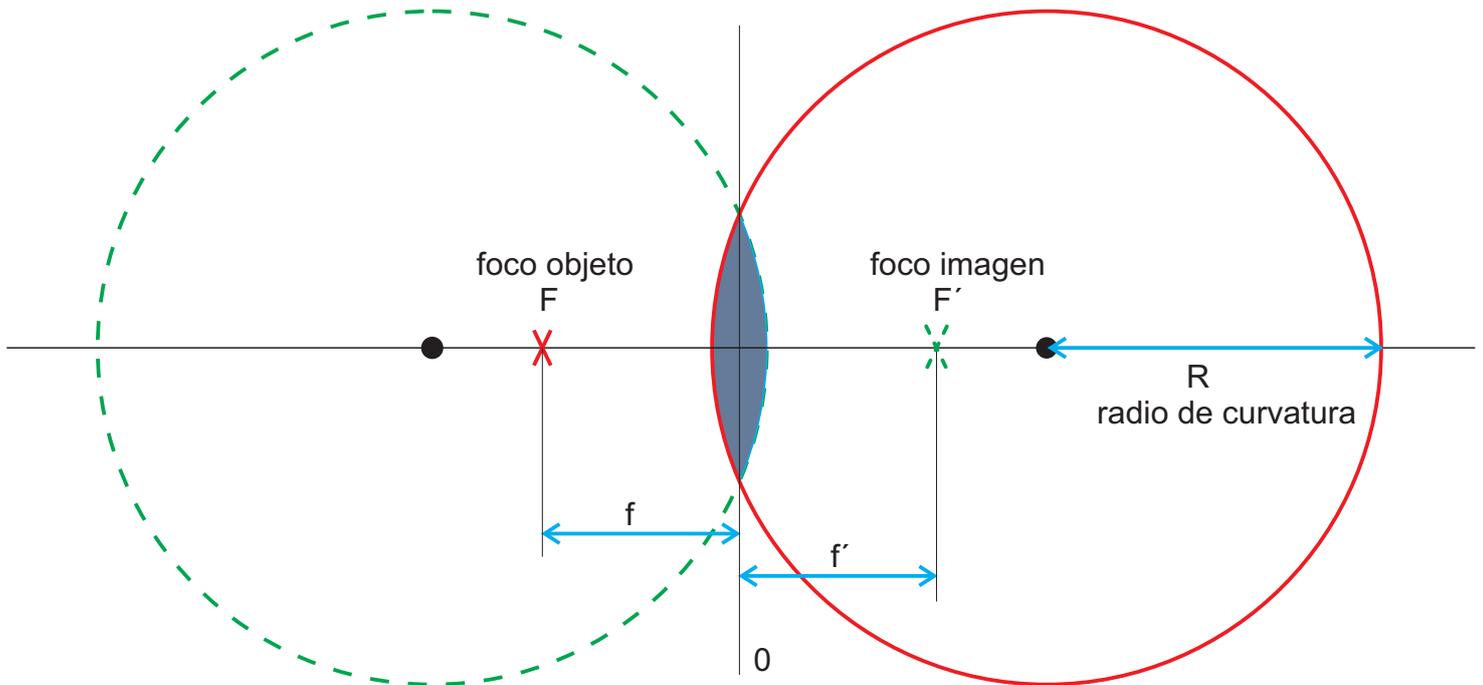
Resumen de aspectos

básicos (complementar con los

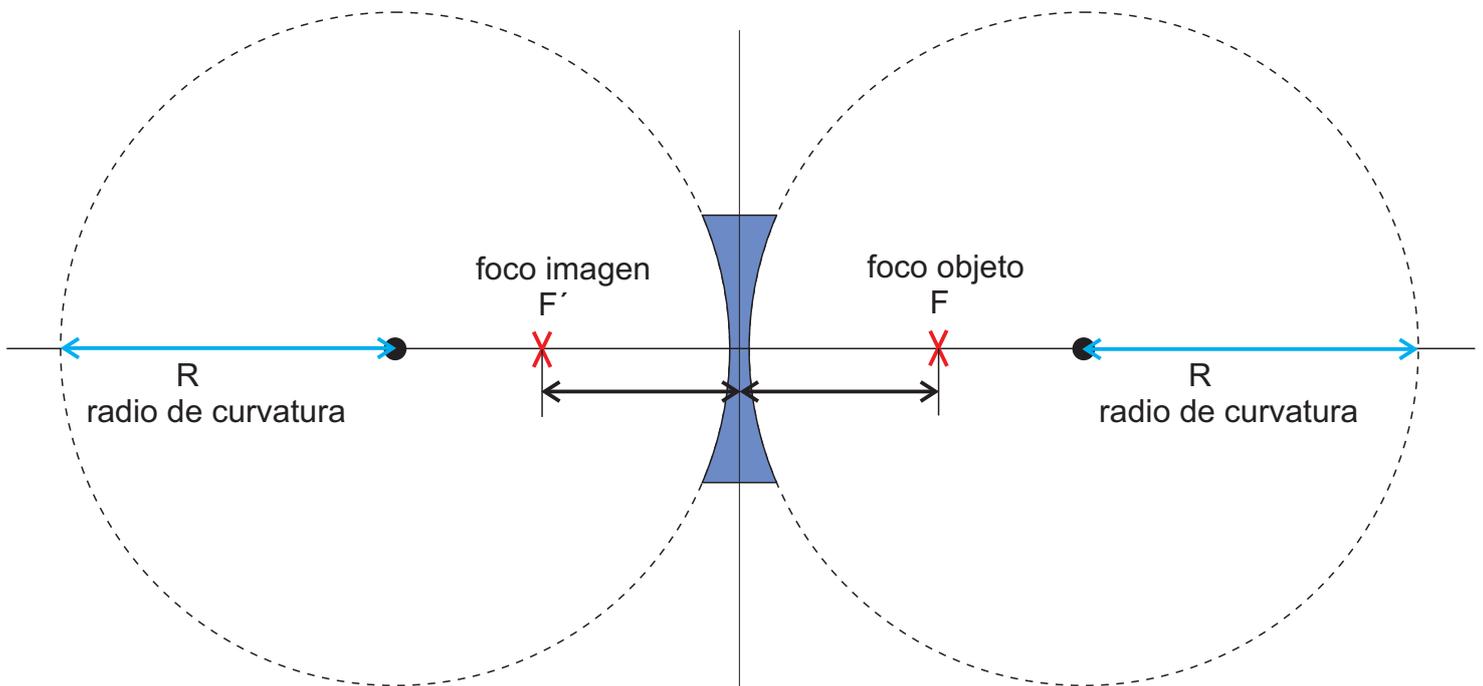
apuntes tomados en clase de laboratorio y libros como el Tipler Mosca Volumen 2)

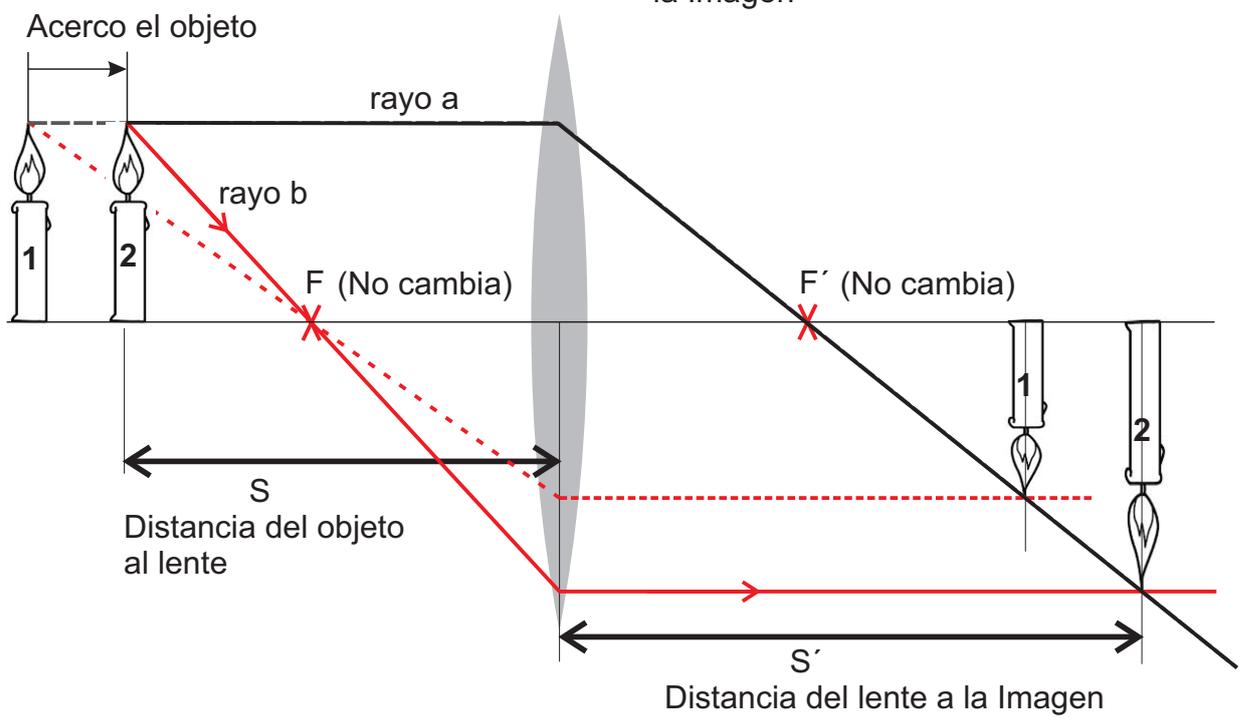
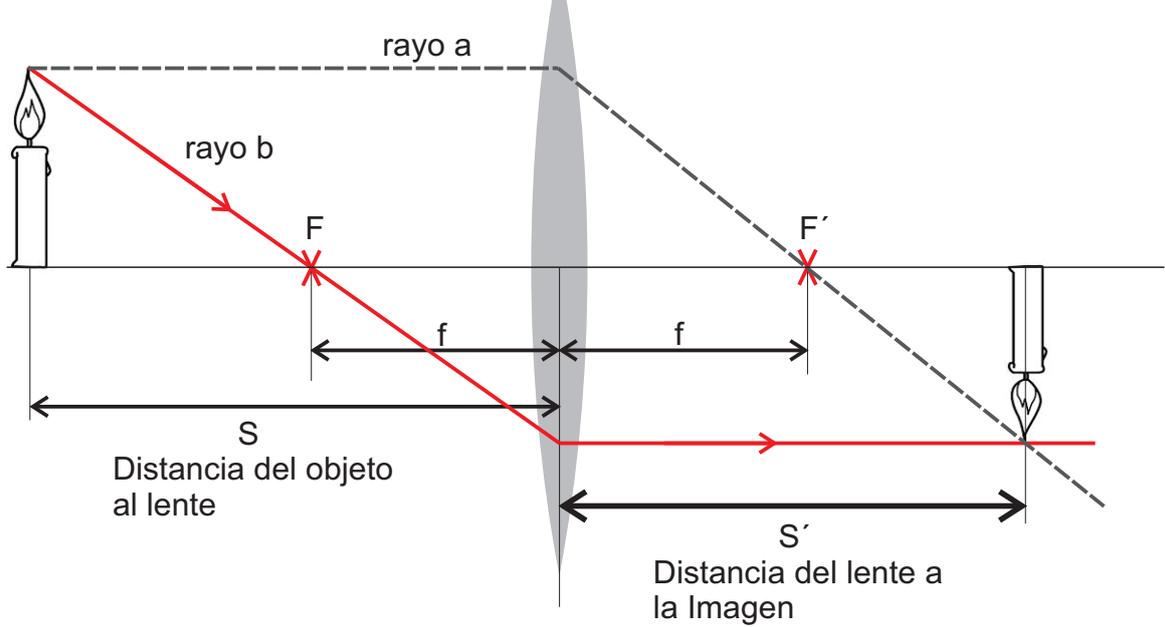
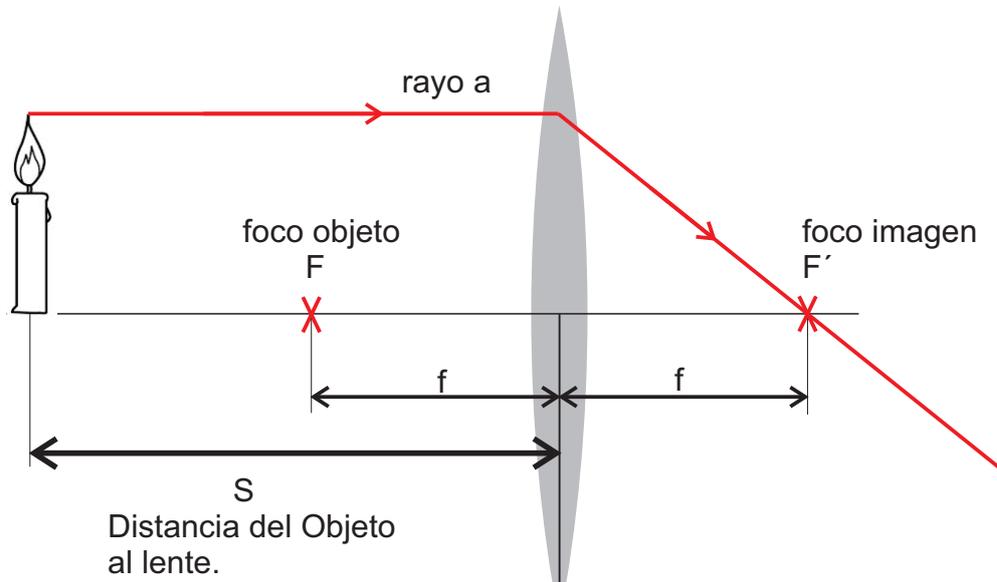
LENTE CONVERGENTE (hace converger los rayos de luz refractados)

El radio de curvatura y el material de la lente, definen la distancia focal. Si la lente es perfectamente simétrica, las distancias focales F y F' serán iguales ($f=f'$)



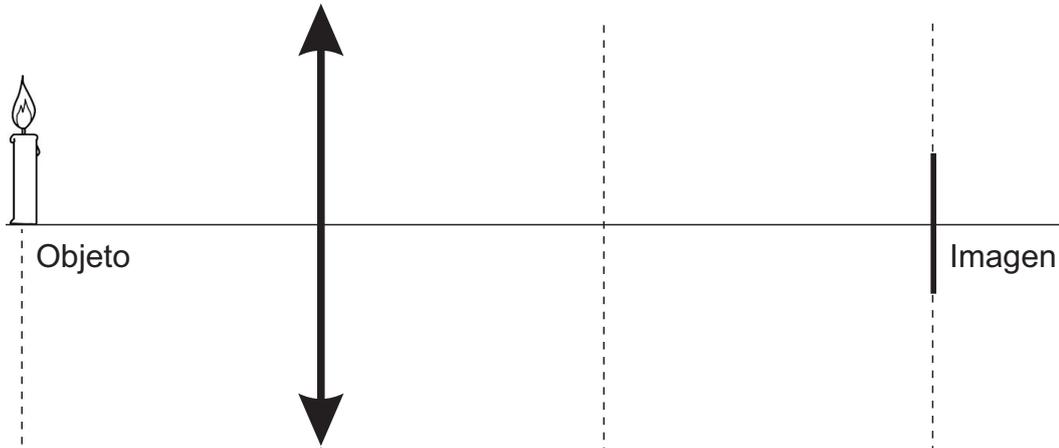
LENTE DIVERGENTE (hace diverger los rayos de luz refractados)



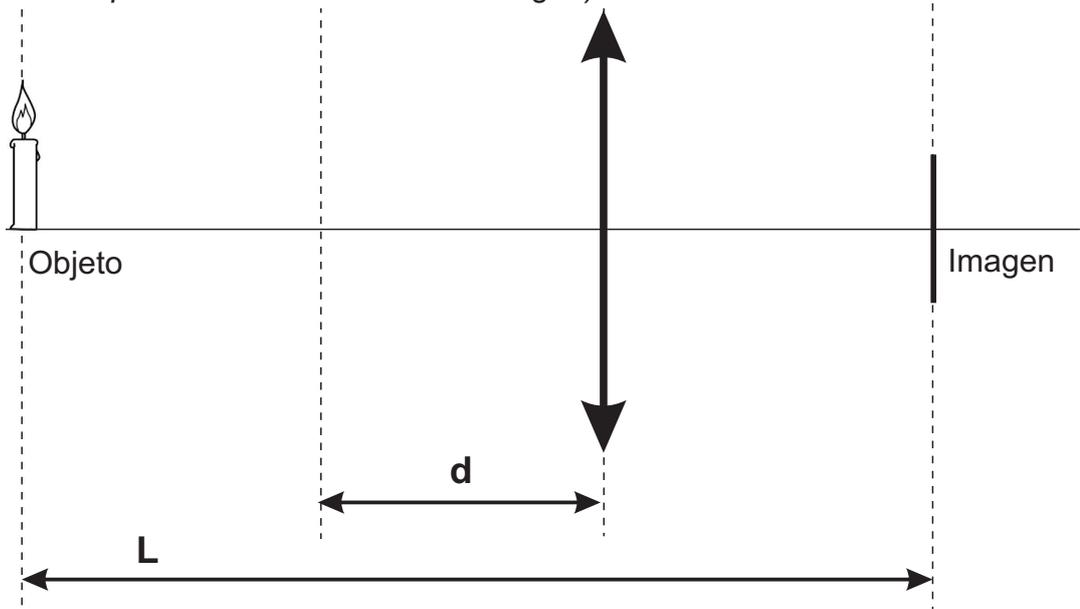


Método de Bessel para medir la distancia focal de una lente CONVERGENTE

Medición 1 (acomodar hasta encontrar una imagen)



Medición 2 (sin mover el objeto ni la pantalla, mover la lente hasta que se vuelva a tener una imagen)



Ecuación de Bessel :

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

Importante L debe ser mayor que $4f$, para lograr en dos posiciones diferentes de la lente, una imagen en la pantalla.

