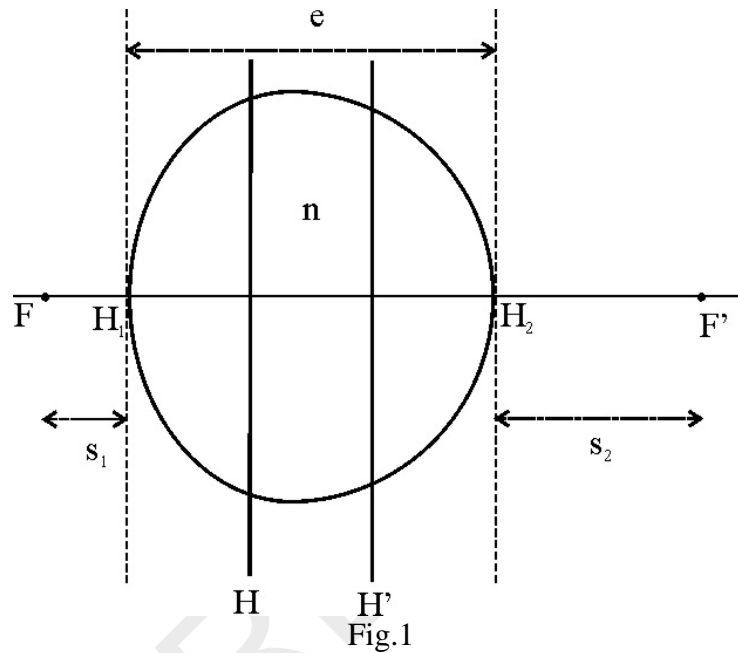


Lente gruesa.

Introducción

En las prácticas elementales de óptica, las lentes se consideran siempre como delgadas y los experimentos que se hacen con lentes comerciales, y con este criterio, resultan adecuados, tal como puede consultarse en los que aparecen en el almacén de Prácticas de Física de esta web.

Ahora desarrollamos un experimento utilizando una sección de lente semicircular considerada como una lente gruesa. Determinamos el índice de refracción del material de la lente, las posiciones de sus planos principales y aplicamos los resultados a la determinación de la posición de un objeto.



En la figura 1 se representa una lente gruesa de radios r_1 y r_2 respectivamente, siendo e el espesor de la lente y n su índice de refracción. H_1 y H_2 reciben el nombre de centros de figura, H y H' , planos principales, F y F' , focos. $H'F'=f'$ distancia focal imagen, $HF=f$ distancia focal objeto.

En los libros de texto se encuentran las siguientes ecuaciones de una lente gruesa en el aire.

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{f'} = (n-1) \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right] + \frac{(n-1)^2 e}{n r_1 r_2} \quad (1) ; \quad s_1 = -f' - \left(\frac{n-1}{n} \right) \frac{e f'}{r_2} \quad (2) ; \quad s_2 = +f' - \left(\frac{n-1}{n} \right) \frac{e f'}{r_1} \quad (3)$$

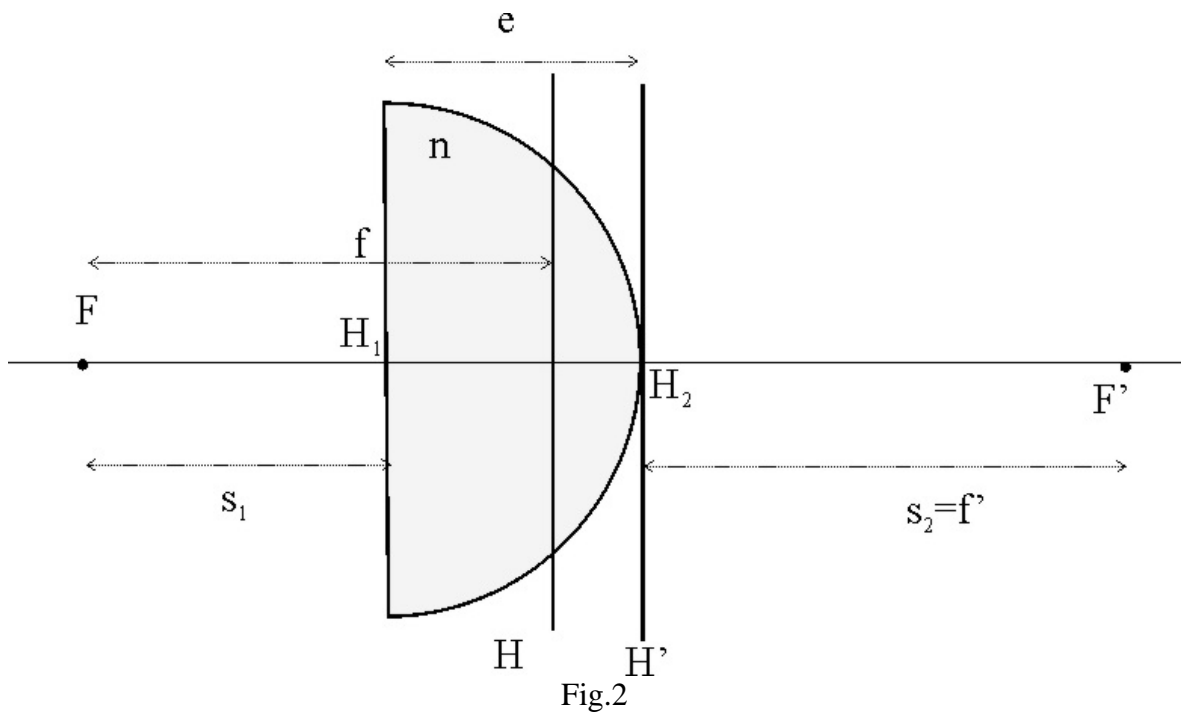
Aplicamos estas fórmulas a una sección de lente semicircular cuyo radio R es igual numéricamente a su espesor e . (figura 2).

De la ecuación (3)

$$s_2 = +f' - \left(\frac{n-1}{n} \right) \frac{R f'}{\infty} = +f'$$

Si observamos la figura 2, resulta que como s_2 es iguala f' , H_2 coincide con H' , por tanto, el plano principal imagen en una lente semicircular es tangente a la cara curva.

El valor de s_1 se deduce a partir de la ecuación (2)

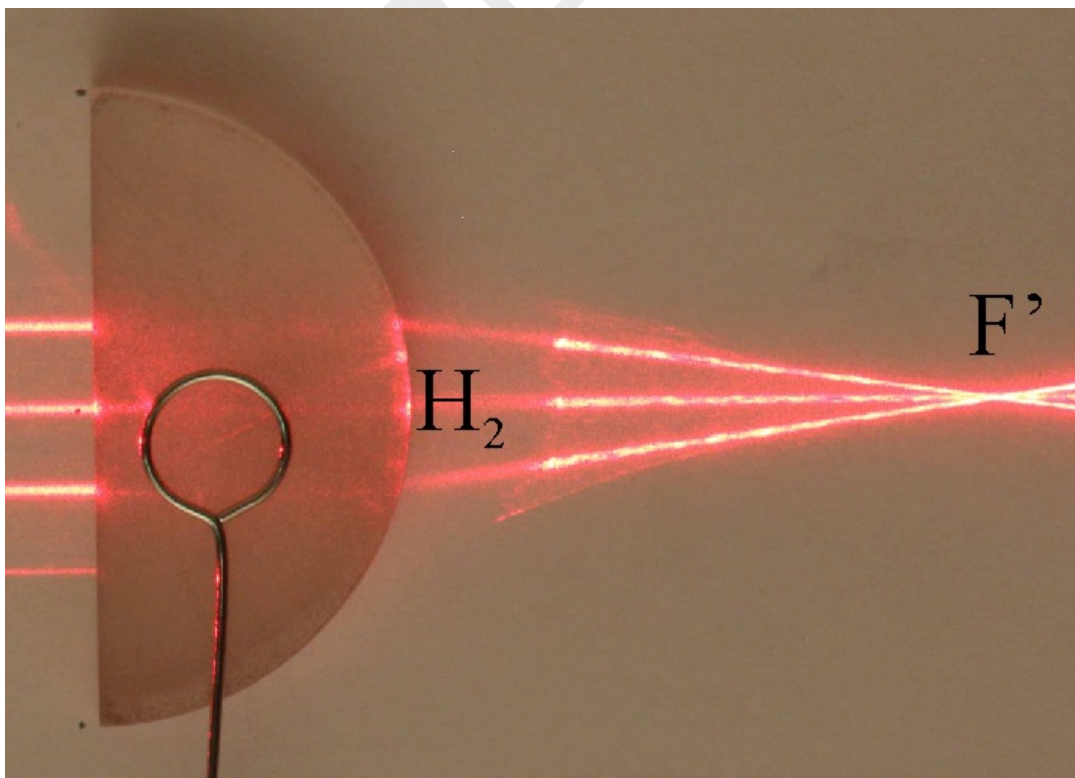


La distancia entre el vértice H_1 y el foco objeto F es s_1 y como en valor absoluto $f' = f$ (según la ecuación 1), si medimos s_1 y s_2 podemos colocar la posición del plano focal objeto.

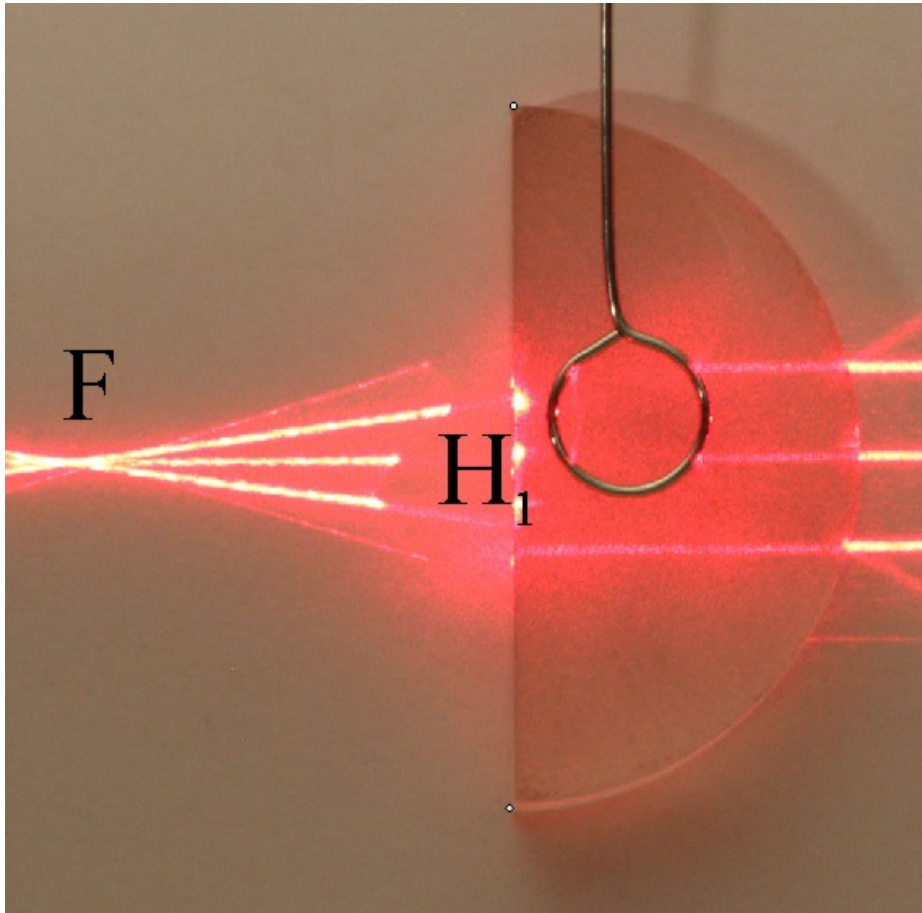
Para medir s_2 mandamos a la lente un haz de rayos paralelos que inciden sobre la cara plana, después de atravesar la lente se cortan en F' (fotografía 1).

Para medir s_1 mandamos un haz de rayos paralelos sobre la cara curva, los cuales, después de atravesar la lente, se cortan en F (fotografía 2).

Medida del índice de refracción de la lente semicircular.



Fotografía 1.- Los rayos luminosos paralelos se desplazan de izquierda a derecha e inciden sobre la cara plana y después de atravesar la lente se cortan en F' . El rayo central incide en el punto medio de la lente. El radio de esta lente es -3,1 cm



Fotografía 2.- Los rayos luminosos paralelos se desplazan de derecha a izquierda e inciden sobre la cara curva y después de atravesar la lente se cortan en F. El rayo central incide en el punto medio de la lente. Los dos puntos negros que se ven en la fotografía representan la distancia real del diámetro de la lente. Como la marcha de la luz es reversible, el proceso es el mismo que si los rayos que se cortan en F se desplazan de izquierda a derecha y después de atravesar la lente salen paralelos.

Haga una fotocopia de la fotografía 1 .Mida sobre ella la distancia entre los puntos negros y désignela con d . La distancia real entre los dos puntos negros vale 6,2 cm. El factor de escala es:

$$k = \frac{6,2 \text{ cm real}}{d \text{ cm en la fotocopia}} =$$

La distancia real H_2F' medida en la fotocopia vale:

La distancia real

$$s_2 =$$

Haga una fotocopia de la fotografía 2 .Mide sobre ella la distancia entre los puntos negros y désignela con d' . La distancia real entre los dos puntos negros vale 6,2 cm. El factor de escala es:

$$k' = \frac{6,2 \text{ cm real}}{d' \text{ cm en la fotocopia}} =$$

La distancia real H_1F medida en la fotocopia vale: $|s_1| =$

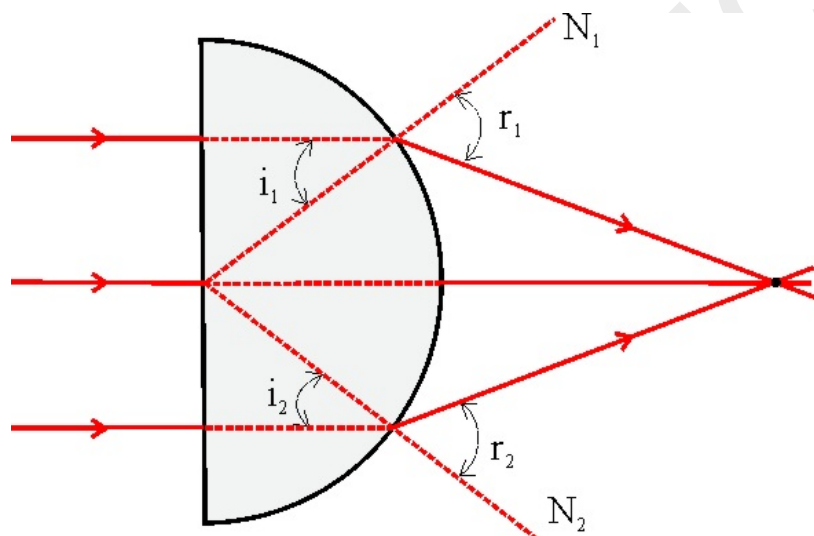
$s_1 = -f' - \left(\frac{n-1}{n}\right) \frac{ef'}{R}$. En esta ecuación $e = +R = +3,1\text{cm}$ y $R = -3,1\text{ cm}$, por lo que :

$$s_1 = -f' - \left(\frac{n-1}{n}\right) \frac{3,1 f'}{-3,1} = -f' + f' \frac{n-1}{n} = -f' \left(1 - \frac{n-1}{n}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s_1 = -s_2 \frac{1}{n} \Rightarrow n = -\frac{s_2}{s_1} \quad (4)$$

Aplique la ecuación (4) y determine el índice de refracción de la lente: $n =$

Va a medir ese mismo índice de refracción por aplicación directa de la ley de Snell. En la fotocopia de la fotografía 1, trace los radios N_1 y N_2 , que son las normales a la cara curva, tal como que se indican en la figura 3 y con un semicírculo graduado mida los ángulos de incidencia y refracción.



$i_1 =$; $r_1 =$; $i_2 =$; $r_2 =$

Aplique la ley de Snell a los dos rayos y obtendrá dos valores de n que con el proporcionado por (4) le permite hallar el valor medio de n con su incertidumbre.

Valor medio de n : $n_{\text{medio}} = \bar{\quad}$

Para situar el plano principal objeto, observe de nuevo la figura 2. Conoce los valores numéricos reales de s_1 y f , Calcule la distancia real entre los planos principales.

Localizados los planos principales la formación de imágenes se obtiene por aplicación de la sencilla ley

$$\frac{1}{f'} = -\frac{1}{a} + \frac{1}{a'}$$

En la ecuación anterior a es la distancia desde el plano principal objeto al objeto, y a' la distancia desde el plano principal imagen a la imagen.

Para la lente de la figura 1, calcule la posición de un objeto que dista 8,08 cm de la cara plana de la lente. Haga lo mismo para un objeto que dista 2,20 cm de la cara plana.