

# LEY DE SNELL

JUAN BARBOSA - 201325901

## 1. Calcular el índice de refracción del material.

Usando la Ley de Snell:

$$n_i \sin(\theta_i) = n_r \sin(\theta_r) \quad (1)$$

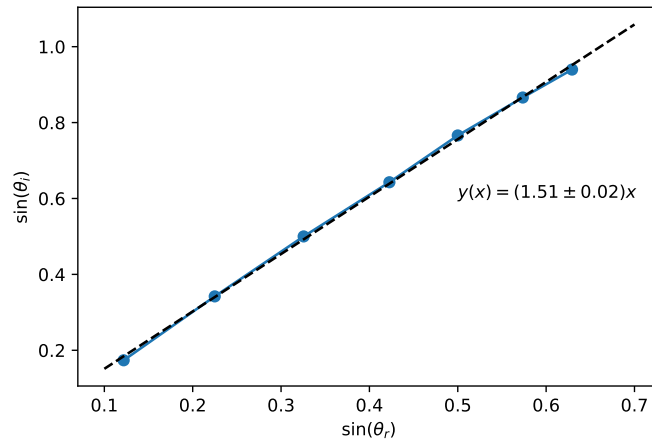
$$\sin(\theta_i) = \frac{n_r}{n_i} \sin(\theta_r) \quad y(x) = mx \quad \text{donde } n_r = mn_i \quad (2)$$

La incertidumbre en la pendiente se define como:

$$dm = \sqrt{\frac{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \quad (3)$$

Teniendo en cuenta que  $n_r = mn_i$ , la incertidumbre en la pendiente da lugar a dos decimales, el índice de refracción del aire difiere de 1, en la cuarta cifra decimal, por lo cual al nivel de precisión experimental este se considera como 1.00. De esta forma:

$$n_r = 1.51 \quad (4)$$

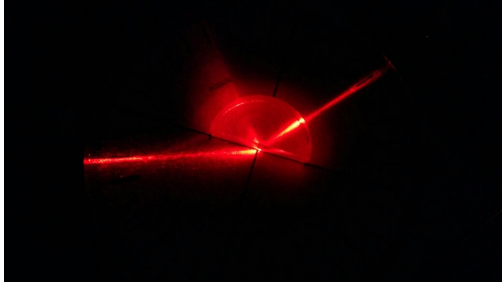


## 2. Reflexión interna total. Identificar los haces, encontrar el ángulo crítico.

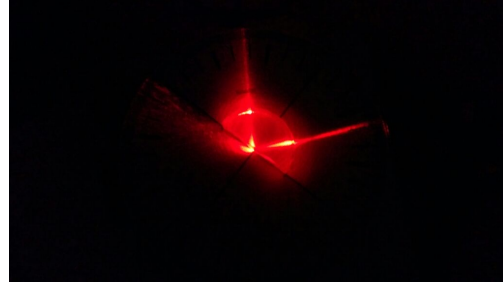
La reflexión interna total ocurre cuando el ángulo de refracción es mayor o igual a  $\pi/2$ .

$$n_r \sin(\theta_c) = n_i \quad \longrightarrow \quad \arcsin\left(\frac{n_i}{n_r}\right) = \theta_c \approx \arcsin\left(\frac{1}{n_r}\right) = 0.724 \text{ rad} = 41.5^\circ \quad (5)$$

El valor obtenido experimentalmente corresponde con  $39^\circ$ , lo cual representa un error de 6.02 %. Es importante notar que en las fotografías se muestra que el rayo incidente entra en la dirección radial, por lo cual en un sistema de coordenadas polares, este se hace coincidir con  $\theta_0 = 0$ . Si el valor del ángulo incidente es 0, el rayo no es refractado y sigue una trayectoria recta.



Reflexión parcial



Reflexión total

## 3. Lente sencillo

En primer lugar se tomaron las distancias de la imagen al 3 de la regla. Lo anterior da un ajuste de 4.6 cm al cero.

$S_1 < f$ : Cuando se usan las leyes para lentes convergentes, es posible determinar que para esta región los rayos incidentes (izquierda) luego de pasar por el lente divergen, por lo cual no existe imagen. Sin embargo si se observa desde la parte derecha (derecha) es posible extrapolar los rayos hasta un punto donde convergen, en ese punto se forma la imagen virtual, que tiene mayor tamaño que el objeto. El efecto anterior es el de una lupa.



Efecto lupa

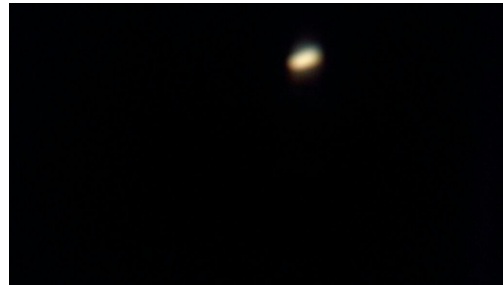
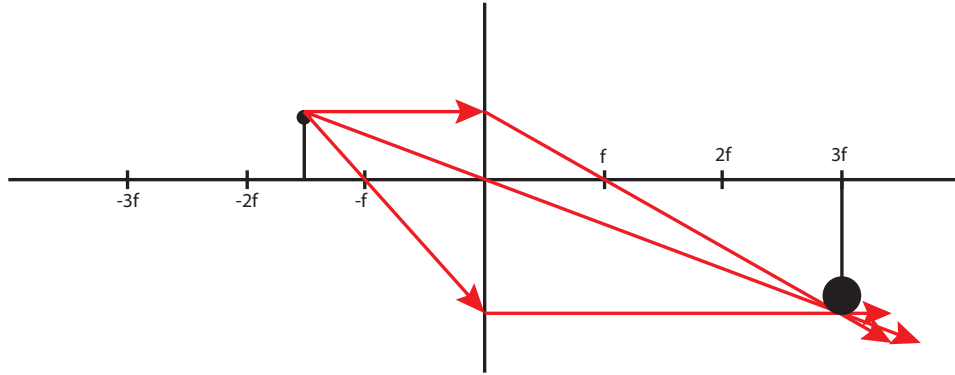


Imagen proyectada (filamento)

$f < S_1 < 2f$ : Sobre este régimen las imágenes se forman del lado derecho del lente, pero estas se encuentran invertidas. El aumento es mayor para  $S_1 \approx f$  y va disminuyendo hasta el punto de no magnificación en  $S_1 \approx 2f$ .

Para el caso de la imagen:

$$\frac{1}{(3f/2)} + \frac{1}{S_i} = \frac{1}{f} \quad \longrightarrow \quad S_i = \frac{f(3f/2)}{(3f/2) - f} = 3f \quad (6)$$



La magnitud es:

$$M = \frac{f}{f - S_o} \quad (7)$$

Usando la ecuación (6) es posible determinar  $f$  en función de las distancias del objeto ( $o$ ) e imagen ( $i$ ).

$$f = \frac{S_i S_o}{S_i + S_o} \quad \rightarrow \quad M = \frac{S_i S_o / (S_i + S_o)}{(S_i S_o / (S_i + S_o)) - S_o} = \frac{S_i S_o}{S_i S_o - S_i S_o - S_o^2} = -\frac{S_i}{S_o} \quad (8)$$

$S_1 > 2f$ : La imagen se observa invertida y más pequeña.

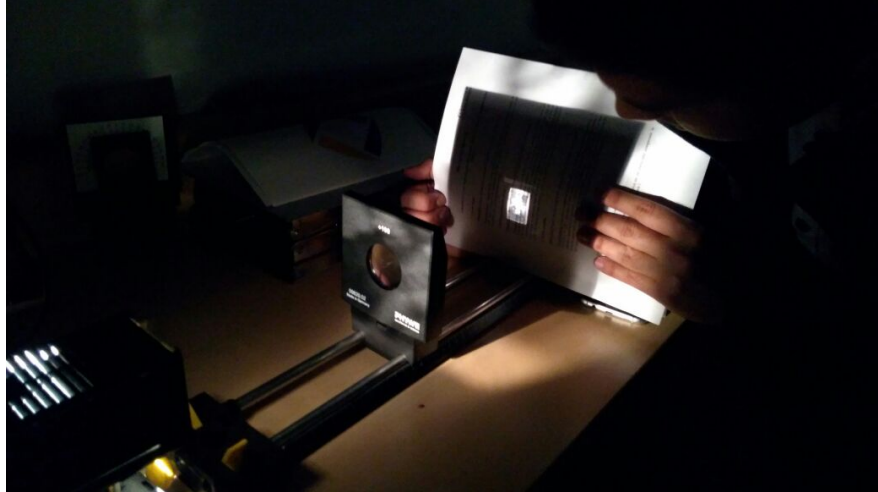


Imagen a 2f.

4. **Microscópio básico** El microscópio construido es compuesto dado que tiene dos lentes. El objetivo, que es el primero en el camino óptico magnifica poniendo el objeto en el régimen de  $f < S_1 < 2f$ . El ocular es el segundo elemento óptico, y tiene como objetivo hacer un efecto lupa sobre la imagen formada por el objetivo.

La magnificación del objetivo es:

$$M_0 = \frac{f_0}{f_0 - s_0} \quad (9)$$

La magnificación del segundo es:

$$M_1 = \frac{f_1}{f_1 - s_1} \quad \text{donde } 0 < s_1 < f_1 \quad (10)$$

La magnificación neta es:

$$M = M_0 M_1 = \left( \frac{f_0}{f_0 - s_0} \right) \left( \frac{f_1}{f_1 - s_1} \right) \quad (11)$$

De aca se observa que una misma magnificación  $x$  puede ser conseguida independientemente del arreglo de lentes.

Para medir la magnificación se proyectó la imagen sobre la pared, en donde determinó el tamaño observado de la nariz en 3 cm, el cual media realmente cerca de 3 mm. Lo anterior representa un aumento de 10x. Sin embargo este sería mucho mayor si se considera el efecto lupa y se observa sobre el lente y no sobre la proyección.