



# Formación de imágenes reales y virtuales de objetos a través de espejos y lentes esféricos.

## Formation of real and virtual images of objects through spherical mirrors and lenses.

<sup>1</sup>Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez.  
Departamento de física, Laboratorio Física II.  
FISI3174-087

### Resumen

Las superficies esféricas son capaces de reflejar/refractar los rayos de luz que inciden sobre ella de forma tal que estos converjan o diverjan, formando así imágenes reales y virtuales de objetos. La localización de las imágenes dependerá de la posición del objeto y la longitud focal del lente. Se propuso determinar las características y localización de las imágenes reales formadas por un lente, así como encontrar la relación matemática entre la longitud focal y la amplitud de un espejo esférico o un lente convergente con la distancia del objeto al espejo / lente y la distancia de la imagen al espejo o lente. Esto se realizó incidiendo un rayo de luz sobre diferentes lentes y espejos y observando los diferentes patrones de luz desviados por el objeto utilizado. Luego, se montó un arreglo constituido por una lámpara, una pantalla y un espejo o lente. Se encendió la lámpara y se fue moviendo la pantalla hasta encontrar la imagen del objeto producida por el lente o el espejo de modo que se vea nítida. Así se pudo obtener los valores de la distancia entre el objeto y la imagen al lente/espejo, así como la ecuación matemática que los relaciona.

### Palabras claves:

### Abstract

The spherical surfaces refract are able to reflect/refract the light rays so that these converge or diverge, forming real and virtual images of objects. The location of the images depends on the position of the object and the focal length of the lens. It was proposed to determine the characteristics and location of the actual images formed by a lens, as well as finding the mathematical relationship between the focal length and the amplitude of a spherical mirror or convergent lens, with the distance of the object to the mirror/lens and the distance between the image and the mirror/lens. This was done by irradiating with light rays different lens/mirrors and looking for distinct patterns formed by the refraction of light on the object. After that, the experimental arrangement including a lamp, half screen and a lens/mirror was prepared. The lamp was turned on and the half screen was constantly moved until the image of the object produced by the mirror or the lens was clearly seen. That way, the experiental values for the distance between the object and image to the mirror/lens were determined, as well as the mathematical equation that relates them.

### Keywords:

## 1. Introducción

La ley de reflexión establece que el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia en una superficie plana. Esto quiere decir que:

$$\theta_r = \theta_i$$

Se debe tener en cuenta que para espejos cóncavos y convexos, la luz se va a reflejar con un patrón distinto y esta ley no aplicaría debido a la forma del objeto.

Por otro lado, la ley de refracción de la luz o ley de Snell plantea la relación entre los ángulos de incidencia y refracción y los respectivos índices de refracción de los objetos. Es decir, si se incide un rayo de luz a la superficie a un ángulo  $\theta$ , los rayos cambian de dirección hacia un nuevo medio. Para espejos cóncavos y convexos, la longitud focal de estos está dada por:

$$F = R/2$$

Donde R es radio de curvatura de la superficie del espejo. En el caso de lentes con superficies esféricas, la longitud esférica está definida por la ecuación:

$$1/f = (n-1) \left[ \left( \frac{1}{R_1} \right) - \left( \frac{1}{R_2} \right) \right]$$

donde f es la longitud focal, n es el índice de refracción del material, y  $R_1$  y  $R_2$  son los radios de curvatura de las superficies.

## 2. Marco Teórico

Los espejos esféricos tienen la forma de la superficie que resulta cuando una esfera es cortada por un plano. Si la superficie reflectora está situada en la cara interior de la esfera, el espejo es cóncavo. Por otro lado si la superficie se sitúa en la cara exterior de la esfera, se denomina convexo. La formación de espejos y lentes esféricos se da cuando un rayo incidente pasa por el centro de curvatura. El rayo reflejado actúa de cierta forma, dependiendo si la incidencia es normal o perpendicular, y se refleja una imagen trastocada de lo presentado.

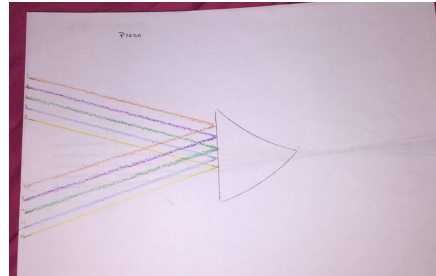
## 3. Método Experimental

Para comenzar el experimento se colocó un espejo triple (parte plana, cóncava y convexa) sobre un papel en blanco y se utilizó una caja de rayos para ver cómo era la reflexión de los mismos encima del papel debido al espejo y poder trasarlos. Esto se hizo con las tres caras colocando un papel nuevo cada vez. Luego se llevó a cabo lo mismo para un lente con lados cóncavos y otro con lados convexos.

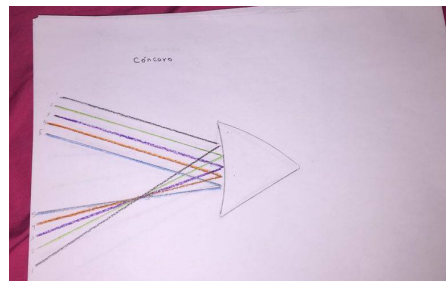
Al tener los dibujos de los espejos se procedió a montar el arreglo de la figura 1 para los espejos y el de la figura 2 para los lentes. Se debía mover la pantalla o el lente hasta tener una reflexión clara del objeto que producía la lámpara. Una vez se obtuvieron las medidas necesarias se logró construir las distintas gráficas de los espejos.

## 4. Análisis de Resultados y Discusión

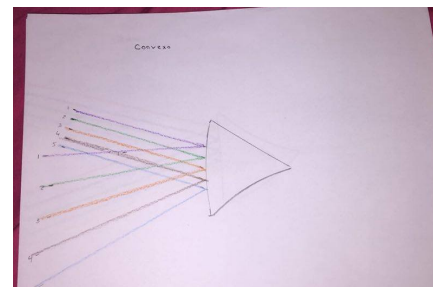
Las imágenes que representan el comportamiento de los rayos en cada caso se muestran a continuación:



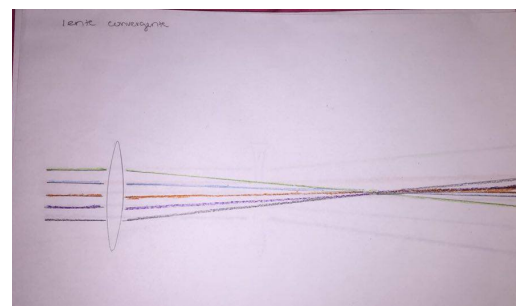
**Espejo recto**



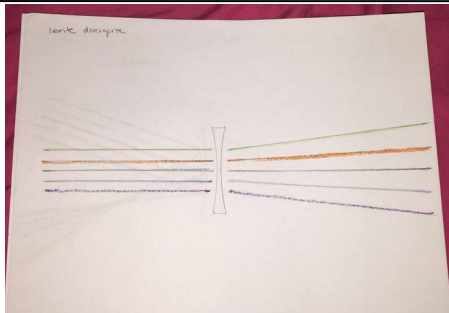
**Espejo convexo**



**Espejo cóncavo**



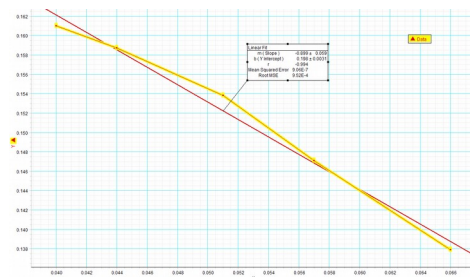
**Lente convergente**



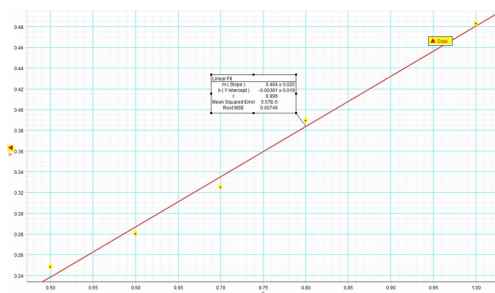
**Lente divergente**

Se observa claramente que el comportamiento de los rayos varía en cada caso debido a la longitud focal de cada lente y espejo.

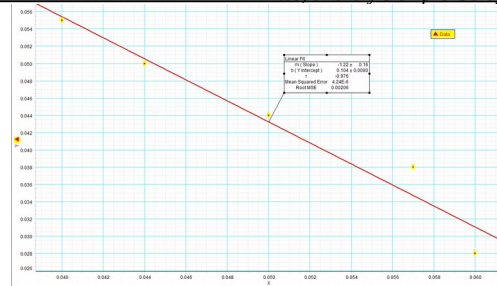
Grafica 1: Inversos de las medidas de posición en espejos esféricos



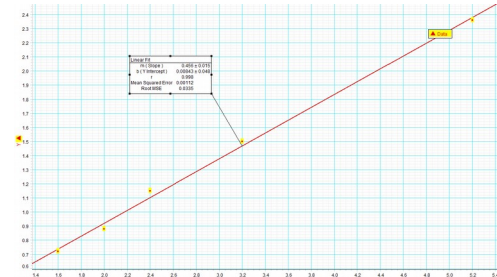
Grafica 2: Altura en función de magnificación lateral en espejos esféricos



Grafica 3: Inversos de las medidas de posición en lentes



Grafica 4: Altura en función de magnificación lateral en lentes



Ya en la segunda parte del experimento la gráfica de  $1/d_i$  VS  $1/d_o$  nos indicó un comportamiento lineal con pendiente (m) negativa (lo inverso de la gráfica de  $d_i$  VS  $d_o$ ) la cual se utilizó junto con el intercepto (b) para determinar una ecuación matemática:

$$(1) \quad 1/d_i = mx + b$$

$$(2) \quad 1/d_i = -1.22x + 0.104$$

Siendo esta la ecuación de los espejos pero al utilizar simplemente (1) se logró calcular que el intercepto está relacionado con la longitud focal de la siguiente manera:

$$1/d_i = (-d_o/d_i)(1/d_o) + b$$

$$1/d_i = (-1/d_i) + b$$

$$b = 2/d_i$$

$$1/b = d_i/2 = 1/f$$

A su vez con los valores de  $d_i$  y  $d_o$  se pudo calcular la magnitud de la magnificación de la imagen la cual está dada por:

$$|M| = d_i/d_o$$

M	$d_i$	$d_o$
0.29	7.25	25
0.30	6.8	22.5
0.325	6.5	20
0.36	6.3	17.5
0.41	6.2	15

Todo lo que se realizó para el caso de la figura 1 para los espejos también se hizo para el caso de la figura 2 obteniendo los mismos resultados para el intercepto (b) y la formula para la magnitud de la magnificación fue la misma,  $|M|$ .

$ M $	$d_i$	$d_o$
2.36	35.4	15
1.50	26.3	17.5
1.15	22.3	20
0.88	19.8	22.5
0.724	18.1	25

## 5. Conclusiones

Al finalizar el experimento se logró observar las características de las imágenes reales tanto para espejos como para lentes. Incluso Se pudieron calcular las ecuaciones matemáticas para la relación de la longitud focal con las distancias y la ecuación para la magnificación en ambos casos resultando ser iguales.

## 6. Bibliografía

- [1] Giancoli, Douglas C. *Physics for Scientists & Engineers with Modern Physics*. 4th Edition ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2009. Print.
- [2] Rios, Hector, Edilberto Rojas., Elisabeth Restrepo. *Física: Principios De Electricidad Y Magnetismo*. Manizales: Universidad Nacional De Colombia, 2012. Print.
- [3] Sears Zemansky, Freedman Young, *Física universitaria Volumen 2, Edición 12*, Editorial Pearson.
- [4] R. López Marrero, Electricidad, Magnetismo, óptica y Física Moderna, 123-137.