

**Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
Departamento de Física**

Formación de Imágenes por Espejos y Lentes Esféricos

Laboratorio de Física II

FISI 3174 Sección: 100

Instructor: Fabián Blanco Sierra

Fecha: 10 de abril de 2013, miércoles

Título: Formación de Imágenes por Espejos y Lentes Esféricos

Autores:

Brenda I. López Rivera

Iván Nevárez

Carlos A. Benítez Monllor

Resumen:

En los siguientes laboratorios: “Formación de Imágenes por Espejos Esféricos” y “Formación de Imágenes por Lentes Esféricas”, nuestro objetivo fue utilizar lentes y espejos esféricos para la formación de imágenes reales. Como también documentar, describir las características y la localización de las imágenes reales. En el caso de los lentes esféricos describir las características de las imágenes formadas por un lente convergente junto con todo lo mencionado anteriormente. En nuestra primera parte determinamos la ecuación matemática que relaciona la longitud focal de un espejo esférico con la distancia del objeto al espejo y la distancia de la imagen al espejo. Para este experimento se utilizó un espejo que tenía tres diferentes caras: cóncava, convexa y una plana. Cada una de estas caras reflejó la luz de diferentes formas, y así fueron divergidos, convergidos o simplemente se reflejaron perpendicularmente a la superficie del espejo. Similarmente en la segunda parte del experimento, tuvimos que determinar la ecuación matemática que relaciona la longitud focal de un lente convergente con la distancia del objeto al lente y la distancia de la imagen al lente. Para lograr encontrar y entender cada uno de los objetivos medimos la distancia en caso de la primera parte del objeto y del espejo para obtener una gráfica en donde encontramos la pendiente y el intercepto y a su misma vez la ecuación que nos pedían y así similarmente para la segunda parte.

Introducción:

Primera Parte:

Los espejos más comunes son los curvos, los cuales son esféricos, significa que forman la sección de una esfera. Un espejo esférico está caracterizado por su radio de curvatura R de la superficie del espejo. Las leyes de reflexión para superficies esféricas son capaces de desviar los rayos de luz de forma tal que estos converjan o diverjan formando así lo que se conoce como imágenes reales y virtuales de objetos. La localización de estas imágenes va a depender de la localización del objeto y la longitud focal del lente o espejo. Un espejo esférico es convexo si su reflejo toma lugar en la superficie afuera de la forma esférica tal que el centro de la superficie del espejo forme una imagen que sobresale hacia el espectador. Un espejo es llamado cóncavo si la

superficie reflejante está en la superficie interior de la esfera tal que la superficie del espejo parece alejarse del espectador. La longitud focal de estos está dada por $f = R/2$. A la longitud local se le adjudican signo, el signo será igual para ambos. Ambos van a ser positivo cuando están al lado del objeto porque es el objeto real.

En nuestro diario vivir los espejos convexos se utilizan en algunas ocasiones en carros como espejos laterales ya que tienen un rango amplio de visión y los espejos cóncavos se utilizan como espejos para maquillarse ya que magnifican.

Segunda Parte:

En la segunda parte de este experimento hicimos algo similar a la primera parte, pero en este caso vamos a formar imágenes reales con lentes esféricas. Debido a las leyes de refracción las superficies esféricas transparentes son capaces de refractar los rayos de luz que inciden en estas tal que estos converjan o diverjan después de atravesarlas, formando así lo que se conoce como imágenes reales y virtuales de objetos. La localización de estas imágenes va a depender de la localización del objeto y la longitud focal de la lente. La longitud local para lentes con superficies esféricas está dada por $1/f = (n-1)*(1/R_1 - 1/R_2)$, donde f es la longitud local, n es el índice de refracción del material del que está hecha el lente y R_1 y R_2 son los radios de curvatura de sus superficie.

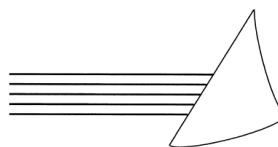
Materiales:

- Lentes esféricos
- Espejos esféricos
- Lámpara
- Pantalla
- Programa Data Studio

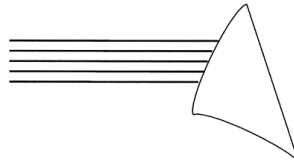
Procedimiento:

Primera Parte:

1. Coloque la caja de rayos sobre un papel blanco y use el modo de cinco rendijas. Encienda la lámpara de la caja, coloque el espejo triple que se provee usando la parte plana y colóquelo como se muestra en la Figura 1.



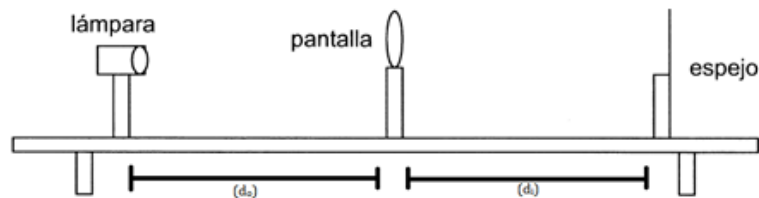
2. Rote el espejo triple y coloque la cara convexa como mostrados en la Figura 2, dibuje los rayos reflejados por el espejo y conteste la pregunta provista.



3. Nuevamente rote el espejo triple y coloque la cara cóncava como se muestra en la Figura 3, dibuje los rayos reflejados por el espacio y conteste la pregunta provista.



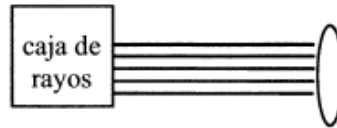
4. Arme el arreglo experimental en el banco óptico que se muestra a continuación, coloque el espejo con la longitud local +200mm en la posición que marca 0 cm en la cinta de medir del banco óptico. Coloque la lámpara en el modo de “objeto” en la marca de 100 cm y la pantalla pequeña entre el espejo y la lámpara.



5. Mida la altura de la flecha vertical en el objeto (h_o), encienda la lámpara y mueva la pantalla hasta encontrar la imagen del objeto producida por el espejo. Haga esto para cada distancia dada por el instructor, d_i distancia entre el objeto y la lámpara. Conteste las preguntas provistas y complete la Tabla 1.
6. Complete la Tabla 2, luego de completarla grafique $1/d_i$ vs $1/d_o$, usando Data Studio, haga ajustes en la gráfica y determine la pendiente (m) y el intercepto (b), finalmente escriba la ecuación matemática producida por el ajuste. Conteste las preguntas provistas y complete la Tabla 3.
7. Imprima la gráfica de $1/d_i$ vs $1/d_o$ (Grafica 1).

Segunda Parte:

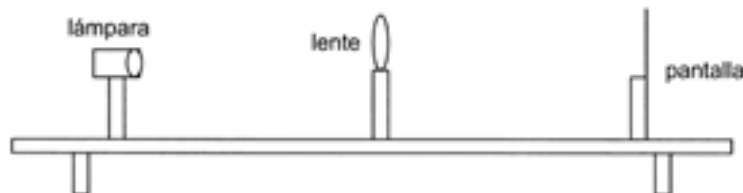
1. Coloque la caja de rayos sobre un papel blanco y use el modo de cinco rendijas. Encienda la lámpara de la caja. Coloque el lente que tiene la forma que se muestra en la figura a continuación tal que los cinco rayos pasen a través de este como en la Figura 1 de la primera parte.



2. En la Figura 4 y Figura 5 coloque los rayos refractados por cada uno de los lentes, conteste las preguntas provistas.



3. Arme el arreglo mostrado a continuación, Coloque el lente con la longitud focal de +100 mm en la posición que marca 50 cm en la cinta de medir del banco óptico. Coloque la lámpara en el modo de "objeto" en la marca de 0 cm y la pantalla al lado opuesto.



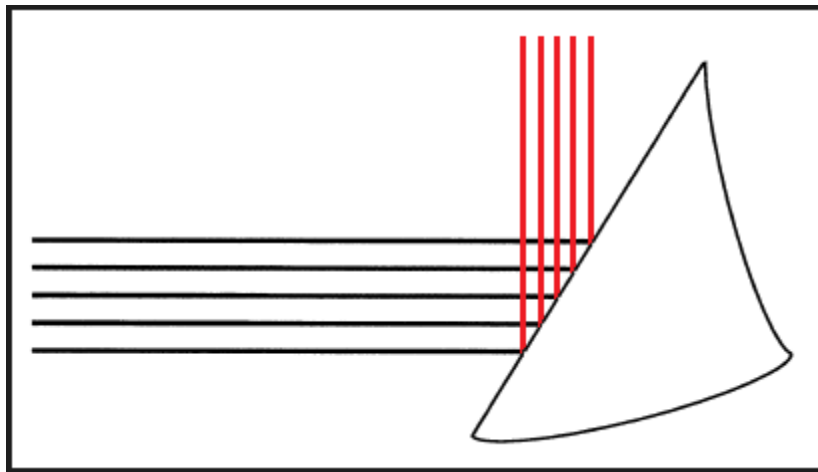
4. Mida la altura de la flecha vertical en el objeto. Luego encienda la lámpara y comience a buscar la imagen hasta verla clara (nítida) y descríbala.
5. Mueva el objeto según indicado en las Tabla 4 del manual y tome las posiciones de X y el tamaño h de la imagen y complete la tabla.
6. Complete la Tabla 5 utilizando los valores de la Tabla 4 y las ecuaciones anteriores.

7. Complete la Tabla 6. Corra D.S. y grafique los valores de $1/d_o$ vs. $1/d_i$. Ajuste los datos y encuentre la pendiente y el intercepto, y escriba la ecuación matemática producida por este ajuste. Conteste las preguntas provistas y complete la Tabla 7.
8. Imprima la gráfica de $1/d_i$ vs $1/d_o$ (Grafica 2).

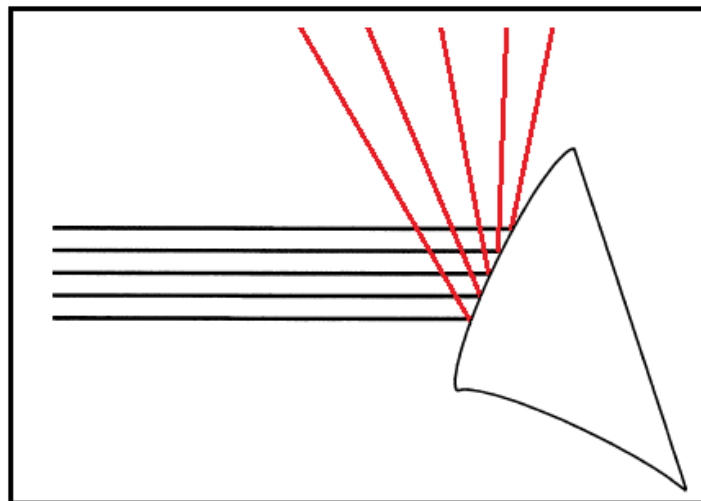
Datos:

Primera Parte

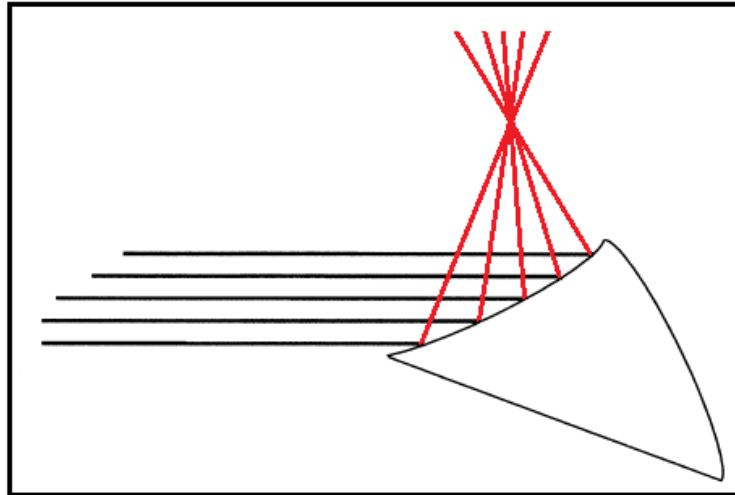
(Figura #1) Rayos reflejados por el espejo plano



(Figura #2) Rayos reflejados por el espejo convexo



(Figura #3) Rayos reflejados por el espejo cóncavo



(Tabla #1) Medidas de la distancia entre el espejo y pantalla (d_i), la distancia entre espejo y lámpara (d_o), y tamaño de la flecha vertical (h_i) de la imagen

| d_o (cm) | d_i (cm) | h_i (cm) |
|--------------------------|------------|------------|
| $(h_o = 4.5 \text{ cm})$ | | |
| 100 | 4.8 | 0.20 |
| 70 | 5.1 | 0.50 |
| 30 | 5.6 | 0.80 |

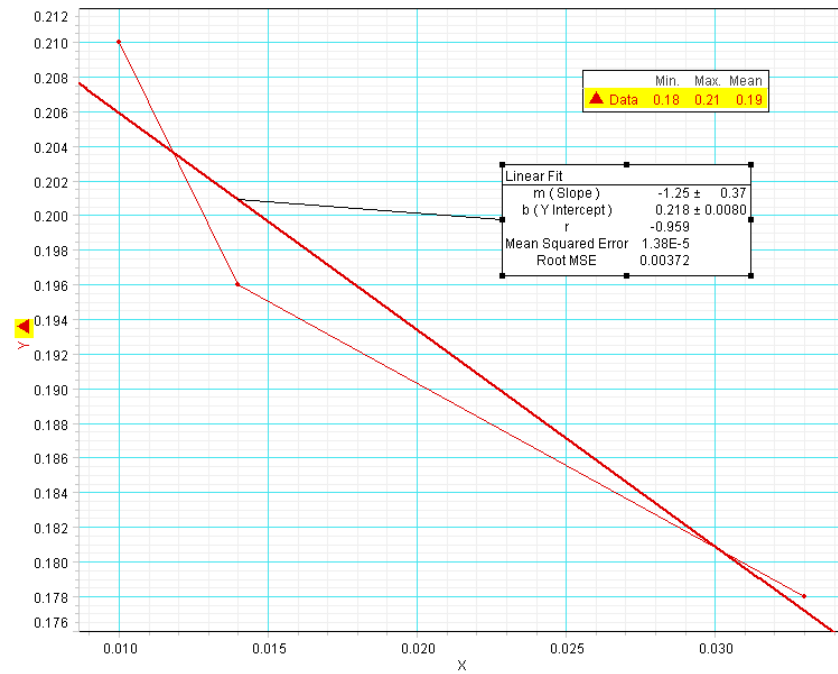
(Tabla #2) Medidas de los inversos de la distancia entre el espejo y pantalla (d_i) e inverso de la distancia entre espejo y lámpara (d_o)

| $1/d_o$ (cm^{-1}) | $1/d_i$ (cm^{-1}) |
|------------------------------|------------------------------|
| 0.010 | 0.210 |
| 0.014 | 0.196 |
| 0.033 | 0.178 |

(Tabla #3) Magnitud de la magnificación de la imagen

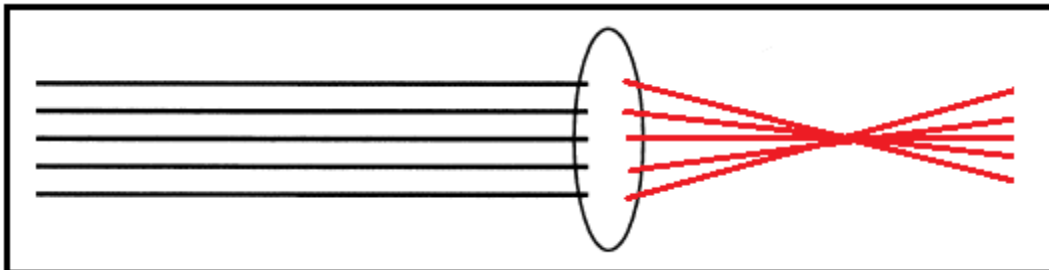
| $[M]$ | d_i (cm) | d_o (cm) | h_i (cm) |
|-------|------------|------------|------------|
| 0.044 | 4.8 | 100 | 0.20 |
| 0.111 | 5.1 | 70 | 0.50 |
| 0.178 | 5.6 | 30 | 0.80 |

(Grafica #1) $1/d_i$ vs. $1/d_o$

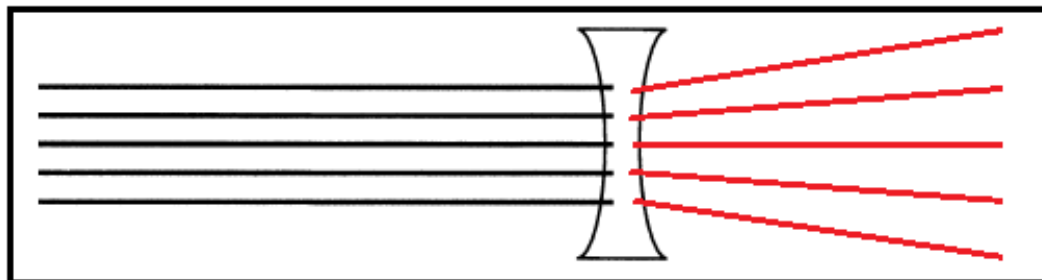


Segunda Parte

(Figura #4) Rayos refractados por el lente convergente



(Figura #5) Rayos refractados por el lente divergente



(Tabla #4) Medidas de posición (x_0) y tamaño de la flecha vertical (h_i) de la imagen

| x_0 (cm) | x_i (cm) | h_i (cm) |
|--------------------------|------------|------------|
| $(h_0 = 4.5 \text{ cm})$ | | |
| 20 | - | 4.2 |
| 25 | - | 2.8 |
| 30 | - | 2.3 |
| 35 | - | 1.9 |

(Tabla #5) Medidas de la distancia entre el lente y pantalla (d_i) y la distancia entre el lente y la lámpara (d_o)

| d_o (cm) | d_i (cm) |
|------------|------------|
| 20 | 20.3 |
| 25 | 17.5 |
| 30 | 16.1 |
| 35 | 15.2 |
| 40 | 14.5 |

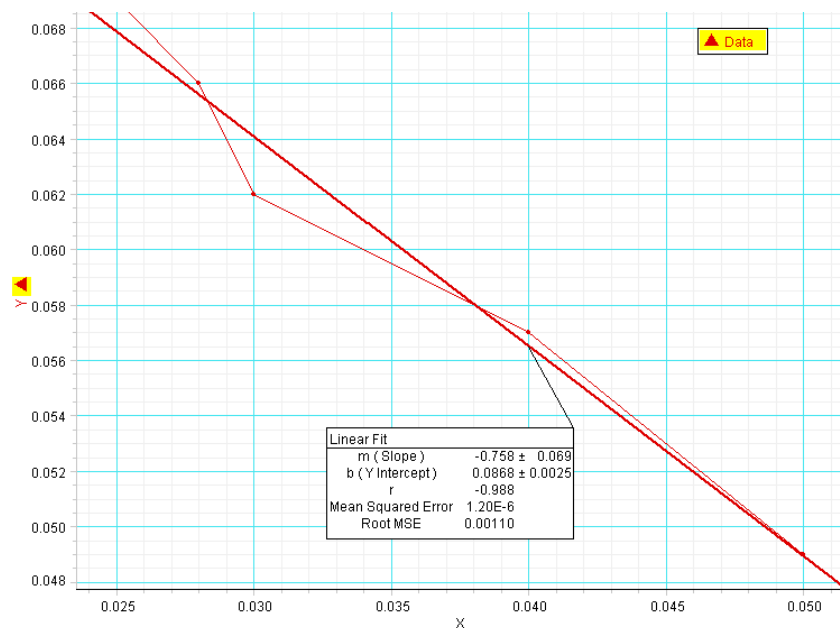
(Tabla #6) Medidas de los inversos de la distancia entre el lente y pantalla (d_i) e inversos de la distancia entre el lente y la lámpara (d_o)

| $1/d_o$ (cm ⁻¹) | $1/d_i$ (cm ⁻¹) |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 0.050 | 0.049 |
| 0.040 | 0.057 |
| 0.030 | 0.062 |
| 0.028 | 0.066 |
| 0.025 | 0.069 |

(Tabla #7) Magnitud de la magnificación de la imagen

| [M] | d_i (cm) | d_o (cm) | h_i (cm) |
|------|------------|------------|------------|
| 0.93 | 20.3 | 20 | 4.2 |
| 0.62 | 17.5 | 25 | 2.8 |
| 0.51 | 16.1 | 30 | 2.3 |
| 0.42 | 15.2 | 35 | 1.9 |

(Grafica #2) $1/d_i$ vs. $1/d_o$



Discusión:

En el primer experimento al proyectar rayos sobre un espejo plano se observó que los rayos rebotaron de forma perpendicular. Esto implica que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Al analizar un espejo convexo podemos ver como los rayos que se reflejan sobre el espejo son reflejados hacia fuera. Los espejos cóncavos reflejan los rayos hacia adentro, haciendo que los rayos converjan en un mismo punto.

Para un espejo cóncavo se midió la altura de la imagen vista en la pantalla (h_i) para múltiples variaciones en la distancia entre el espejo y pantalla (d_i) y la distancia entre espejo y lámpara (d_o).

Se observa que al reducir el valor de " d_o " el valor de " d_i " va aumentando. También se observa que al reducir " d_o " el valor de " h_i " aumenta. Calculamos y graficamos los inversos de los valores de " d_o " y " d_i ". Obtuvimos que la relación que existe entre ambas variables es lineal (decreciente). La pendiente de la gráfica fue $m = -1.25$ y el intercepto en " y " fue 0.218. Con los valores obtenidos se pudo determinar la ecuación de los espejos: $1/d_i = -1.25 (1/d_o) + 0.218$.

De la ecuación de los espejos podemos corroborar la longitud focal del espejo que se utilizó. El valor del intercepto en este experimento es la longitud focal ($1/f$). Como último se determinó la relación entre la magnificación de un espejo $[M]$ con las distancias " d_i " y " d_o ". Esta relación está dada por: $[M] = -(d_i/d_o)$. A medida que se acercara la lámpara, la imagen aumenta magnificándose, siendo estas dos variables inversamente proporcionales, entonces para un espejo cóncavo mientras más grande sea " h_i " más grande será la magnitud de magnificación.

En el segundo experimento se observa como actúa la refracción de rayos en superficies esféricas. Observamos que en un lente convergente los rayos convergen en un mismo punto. En un lente divergente los rayos se dispersan hacia fuera.

Para un lente convergente se producirán imágenes reales al igual que en el experimento de espejos se observa que al aumentar el valor de " d_o " el valor de " d_i " va disminuyendo para poder enfocar la imagen. También se observa que al aumentar el valor de " d_o " el valor de " h_i " disminuye. Calculamos y graficamos los inversos de los valores de " d_o " y " d_i ". Obtuvimos que la relación que existe entre ambas variables es lineal (decreciente). La pendiente de la gráfica fue $m = -0.758$ y el intercepto en " y " fue 0.0868 . Con los valores obtenidos se pudo determinar la ecuación de los lentes: $1/d_i = 0.758 (1/d_o) + 0.0868$. Al igual que en los espejos, para un lente convergente mientras más grande sea el valor de " h_i " más grande será la magnitud de magnificación $[M]$.

Conclusión:

1. Para espejos cóncavos y lentes convergentes los rayos de luz se van cerrando y convergen en un mismo punto magnificando la imagen.
2. Para espejos convexos y lentes divergentes los rayos de luz se separan.
3. Para cada rayo individual que sea reflejado el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión con respecto a la normal de la superficie.
4. La distancia del espejo afecta la claridad de la imagen permitiendo que esta estuviera a una mayor o menor distancia del mismo.
5. En ambos experimentos al reducir el valor de " d_o " el valor de " d_i " y el valor de " h_i " aumentaban.
6. El valor del intercepto en este experimento es la longitud focal ($1/f$).
7. La ecuación de los espejos fue: $1/d_i = -1.25 (1/d_o) + 0.218$.
8. La ecuación de los lentes fue: $1/d_i = 0.758 (1/d_o) + 0.0868$

Referencias:

- J. Lopez, P. Marrero, E. Roura, Manual de Experimentos de Física II, Wiley, EE.UU., 2008.
- D. Giancoli, Physics for Scientists & Engineers (4th Edition), Pearson, New Jersey, 2009.

