

Formación de Imágenes por Espejos y Lentes Esféricos

Shecyann N. Vélez Tirado, Carlos Rodríguez, Luis F. Caro Monroig

Laboratorio de Física General 2– 026

Instructor: Karla A. Echeverría

Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez

19 de marzo de 2019

Resumen

En este experimento, se crearon y describieron imágenes reales. Se colocaron rayos sobre un papel blanco. Los rayos se reflejan a través de un espejo plano. Entonces los rayos se reflejan usando un espejo curvo. Se usó un espejo con una distancia focal específica para medir la altura de la flecha vertical en el objeto. Las gráficas fueron creadas para mostrar las características de las imágenes reales producidas.

I) Introducción

En cuanto a los espejos:

Por su geometría y obedeciendo las leyes de reflexión las 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. En el caso de espejos cóncavos y convexos la longitud focal de estos está dada por:

$$f = \frac{R}{2}$$

donde R es el radio de curvatura de la superficie del espejo. Tanto al radio de curvatura como a la longitud focal se les adjudica signo. Afortunadamente el signo será el mismo para ambos. Para objetos reales (pueden existir objetos

virtuales, en cuyo caso los signos serían opuestos) R y por consiguiente f , serían positivos cuando estos están en el lado del objeto. La Figura 1 resume las dos posibilidades para objetos reales.

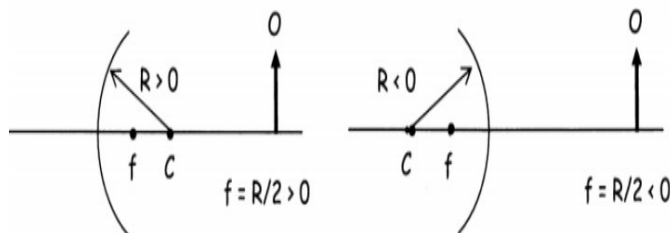


Figura 1

La letra 'C' representa la localización del centro de curvatura del espejo esférico y 'F' la localización del foco.

En cuanto a los lentes:

Por su geometría y obedeciendo las leyes de refracción las superficies esféricas transparentes son capaces de desviar (refractar) los rayos de luz que inciden en estas de forma 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. En el caso de lentes con superficies esféricas y de poco espesor (delgadas) la longitud focal f de estas está dada por la expresión que se presenta a continuación la cual se conoce como la ecuación del fabricante de lentes:

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

donde f es la longitud focal de la lente, n es el índice de refracción del material del que está hecha la lente y R_1 y R_2 son los radios de curvatura de sus superficies. Tanto al radio de curvatura como a la longitud focal se le adjudican signo. El signo depende de donde se encuentra el centro de curvatura de la superficie que se vaya a atravesar. En la Figura 2 se presentan las cuatro posibles alternativas.

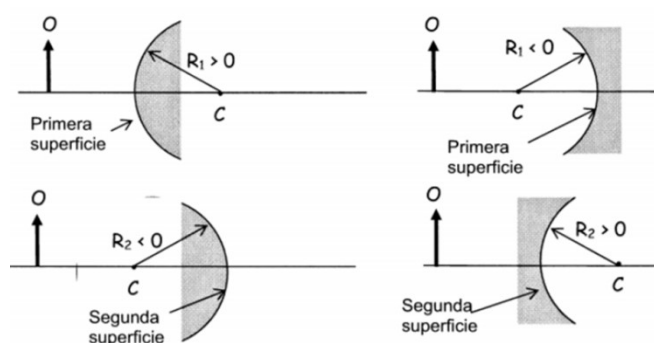


Figura 2

Los objetivos de este laboratorio fueron formar imágenes reales con espejos y lentes esféricos, documentar las características y la localización de las imágenes reales formadas por los espejos y el lente convergente. Además de determinar 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, la ecuación que relaciona la magnificación lateral de un espejo con la distancia del objeto al espejo y la distancia de la imagen al espejo, la ecuación que relaciona la longitud focal de una lente convergente con la distancia del objeto a la lente y la distancia de la imagen a la lente y la ecuación que relaciona la magnificación lateral de una lente con la distancia del objeto a la lente y la distancia de la imagen a la lente.

II) Datos y Cálculos

En el laboratorio realizado se utilizaron espejos y lentes esféricos. Estos fueron colocados a lo largo de una regla con medidas en cm. El espejo se colocó al final luego de una pantalla donde se formaría la imagen y del objeto. Para el lente, se colocó el mismo entre medio del objeto y de una pantalla donde se formaría la imagen del objeto. Se debían tomar medidas de la distancia donde estaba colocada el objeto y la distancia donde estaba la imagen. Se debían tomar estas medidas a lo largo de la regla y tomar las medidas cuando la imagen reflejada se viera nítidamente. Además, se utilizó un espejo triple con distintas caras: una plana, una cóncava hacia dentro y una hacia afuera. A las distintas caras se les colocó un rayo a ver que sucedía en cada superficie.

A. Tabla de datos

d_o = distancia del objeto

d_i = distancia de la imagen

Parte 1. Espejos

Tabla 1. Posiciones de d_o y d_i

d_o (cm)	d_i (cm)
100	33.2
93.5	34.8
87	35.1
80	38
70	39
65	42
57	45.5

Tabla 2. $\frac{1}{d_o}$ vs. $\frac{1}{d_i}$

$\frac{1}{d_o}$	$\frac{1}{d_i}$
0.01	0.03012
0.01069	0.02874
0.01149	0.02849
0.0125	0.02634
0.01428	0.02564
0.01538	0.02381
0.01754	0.02198

Parte 2. Lentes

Tabla 3. Posiciones de d_o y d_i , y altura de la imagen

d_o (cm)	d_i (cm)	h_i (cm)
41.1	40.6	4.5
39.5	43.3	5.2
35.7	49.2	6.4
34.4	50.6	7
33.5	53.8	7.4
30.4	65.2	9.7
29	71.7	11.5

Tabla 4. Inversa de d_o y d_i

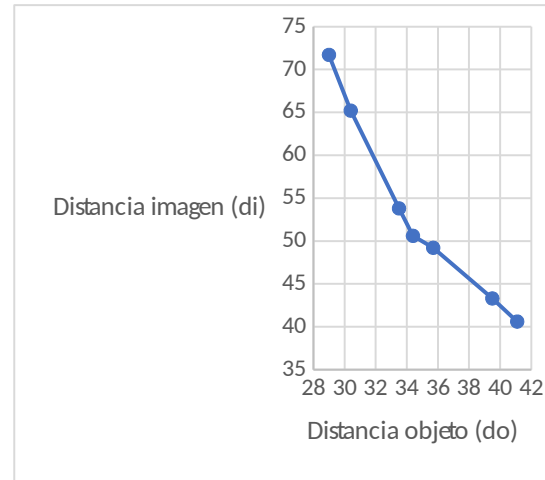
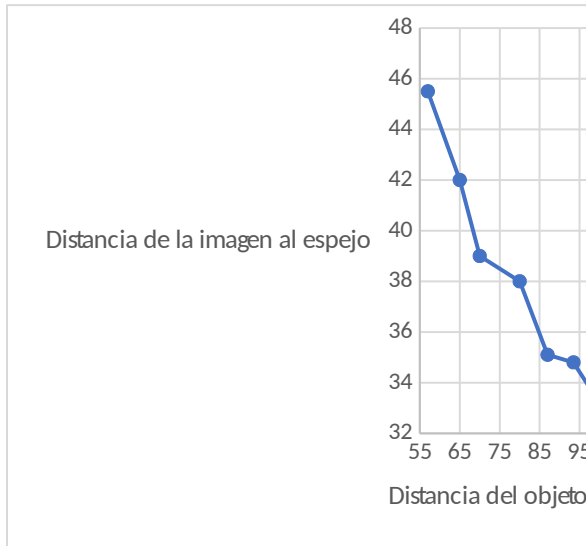
$\frac{1}{d_o}$	$\frac{1}{d_i}$
0.02433	0.02463
0.02531	0.02314
0.02801	0.02032
0.02906	0.01976
0.02985	0.01858
0.03289	0.01533
0.03448	0.01394

Tabla 5. Magnitud de la magnificación (Lente)

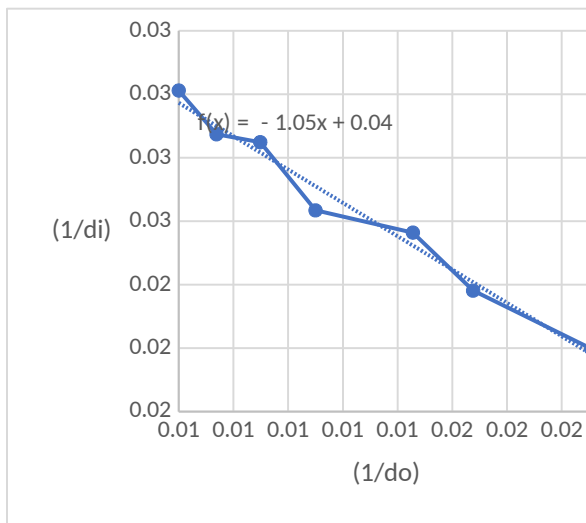
$ M $	d_i (cm)	d_o (cm)
1	40.6	41.1
1.156	43.2	39.5
1.422	49.2	35.7
1.556	50.6	34.4
1.644	53.8	33.5
2.156	65.2	30.4
2.556	71.7	29

B. Graficas

Grafica 1. Espejo- d_i vs. d_o

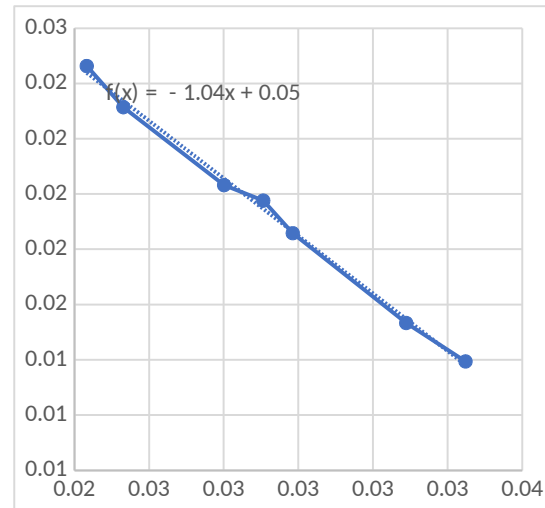


Grafica 2. Espejo: $\frac{1}{d_i}$ vs. $\frac{1}{d_o}$



Grafica 3. Lente- d_i vs. d_o

Grafica 4. Lente: $\frac{1}{d_i}$ vs. $\frac{1}{d_o}$



C. Cálculos

1. Ecuaciones

a. Espejo: $y = -1.0507x + 0.0402$

$m = -1.0507$

$b = 0.0402$

-Ecuación producida por ajuste:

$$\frac{1}{d_i}$$

Donde:

- $d_i = b$

$$i. \quad \frac{1}{d_i} = \frac{1}{0.0402} = 24.875 \text{ cm}$$

b. Lente: $y = -1.0411x + 0.0497$

$$m = -1.0411$$

$$b = 0.0497$$

-Ecuación producida por ajuste:

$$\frac{1}{d_i}$$

Donde:

- $d_i = b$

$$i. \quad \frac{1}{d_i} = \frac{1}{0.0497} = 20.120 \text{ cm}$$

2. Magnitud de magnificación

$$|M| = \frac{h_i}{h_o}$$

Donde:

- $|M|$ = Magnificación
- h_i = altura de la imagen reflejada
- h_o = altura del objeto = 4.5 cm

$$i. \quad h_i = 4.5 \text{ cm}$$

$$|M| = \frac{h_i}{h_o} = \frac{4.5}{4.5} = 1$$

$$ii. \quad h_i = 5.2$$

$$|M| = 1.156$$

$$iii. \quad h_i = 6.4$$

$$|M| = 1.422$$

$$iv. \quad h_i = 7$$

$$|M| = 1.556$$

$$v. \quad h_i = 7.4$$

$$|M| = 1.644$$

$$vi. \quad h_i = 9.7$$

$$|M| = 2.156$$

$$vii. \quad h_i = 11.5$$

$$|M| = 2.556$$

3. Porcentaje de diferencia

$$\%Dif = \frac{|V_1 - V_2|}{\frac{(V_1 + V_2)}{2}} * 100$$

Donde:

- V_1 = Valor teórico
- V_2 = Valor experimental

III) Análisis de Resultados

En este experimento formamos imágenes reales con espejos esféricos y lentes esféricos. En la gráfica 1 del espejo se observó que la distancia de la imagen al objeto (d_i) disminuye cuando la distancia del objeto (d_o) aumenta. Se puede definir mejor como una relación o función inversa. La gráfica 2 del espejo tiene como valores numéricos las inversas de d_o y d_i . La gráfica de ellas es una función lineal. Si se suman ambos valores se puede observar que el resultado es una aproximación a la inversa de la longitud focal. El mismo modelo ocurre con los lentes esféricos. La gráfica d_o vs. d_i también se comporta como una función inversa y la gráfica de sus inversas también se comportan lineales por lo tanto tiene la misma relación de la inversa de la longitud focal y la suma de las inversas de d_o y d_i .

IV) Conclusiones

En este experimento observamos que los espejos esféricos y los lentes esféricos ambos forman imágenes reales y tienen una fórmula en común. Esa



fórmula es la inversa de su longitud focal que equivale a la suma de las inversas de la distancia de la imagen al objeto (d_i) y la distancia del objeto (d_o). La diferencia entre los lentes y los espejos es su superficie ya que la de los lentes es transparente y usualmente los espejos no lo son. Así también se diferencian por las leyes que dictan su comportamiento al formar imágenes reales. La de espejos sería la ley de reflexión y las de los lentes la ley de refracción.

V) Referencias (Formato IEE)

LIBRO

[1] Serway R., Jewett J. *Física para Ciencias e Ingenierías*. Vol. I, 6ta Ed. Thomson Editores 2018. p300-307.

[2] Aranzeta G. *Introducción a la metodología experimental*. 2da Ed. Editorial Limusa 2016. p156-16.

[3] *Manual de Experimentos de Física II*, Edición. Wiley Custom Services, Hoboken, NJ, 2008.

ARTICULO DE INTERNET

[4] Iniciales y Apellido del Autor, *Título del artículo entre comillas en itálica*, País o Lugar de publicación, Fecha. Disponible en: LINK del SITE.