

INSTITUCION EDUCATIVA DEPARTAMENTAL "GENERAL SANTANDER"					
SEDE	GRAD O	TIEMPO ESTIMAD O	ÁREA	EJE TEMÁTICO	No INTEGRANTES PARA EL TRABAJO
Principal	11°	6 horas	Ciencias Naturales	LUZ Y OPTICA	1-2-3-4
OBJETIVO:	Identificar e interpretar las imágenes de un objeto formado por espejos y lentes.				
COMPETENCIAS	Determina gráfica y analíticamente las imágenes producidas por espejos planos y esféricos.				

REFLEXIÓN

Reciban un cordial saludo estimado estudiante. Para resolver la siguiente guía es necesario leer atentamente las instrucciones, estar pendiente de los momentos de asesoría remota según el horario asignado a su curso. Si tiene la posibilidad de participar de las explicaciones en <https://meet.jit.si/> (JM) y ZOOM (JT) es fundamental que lo haga, para ser más eficientes en las explicaciones. Si no cuenta con la conectividad necesaria para las asesorías, los referentes conceptuales contienen la información necesaria para resolver las actividades, las cuales son explicadas de forma puntual tanto en su desarrollo como en su modo de entrega. Las actividades asignadas en la JM se explican en un video que se sube al canal de youtube para que lo pueda revisar. Si tiene conectividad los trabajos se deben adjuntar en la plataforma de física los viernes hasta las 12:10. Si se realizan tutorías por WHATSAPP (JT), se solicita amablemente evitar enviar mensajes o entregas en momentos que no corresponden al horario, pues afecta la consecución del proceso de revisión y evaluación.

REFERENTES CONCEPTUALES

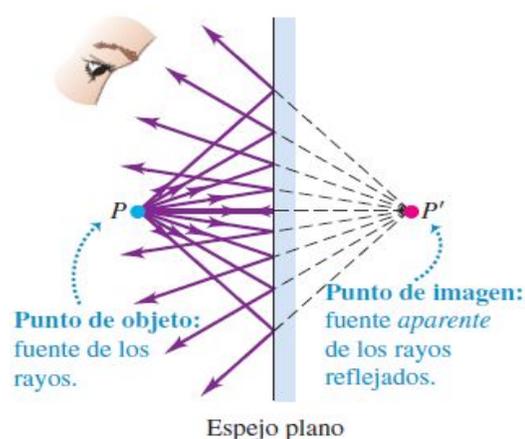
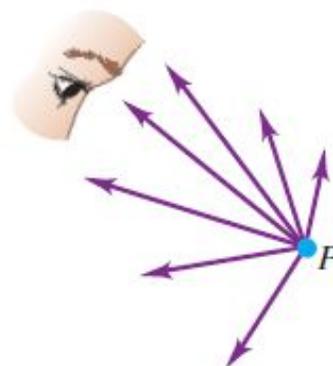
ESPEJOS: PLANOS Y ESFERICOS (CONCAVOS Y CONVEXOS)

Nuestro reflejo en el espejo del baño, la vista de la Luna a través de un telescopio, los dibujos geométricos que se ven en un caleidoscopio: todos son ejemplos de imágenes. En cada caso, el objeto que miramos parece estar en un lugar diferente de su posición real: nuestro reflejo está del otro lado del espejo, la Luna parece estar más cercana cuando la vemos a través de un telescopio, y los objetos que se ven en un caleidoscopio parecen hallarse en muchos lugares al mismo tiempo. En todos los casos, los rayos de luz provenientes de un punto de un objeto se desvían por reflexión o refracción (o una combinación de ambas), de tal forma que convergen hacia un punto denominado punto de imagen, o parecen divergir con respecto a éste. Nuestro objetivo en esta guía es ver cómo ocurre esto y explorar los diferentes tipos de imágenes que se forman mediante dispositivos ópticos simples.

Para comprender las imágenes y su formación, sólo necesitamos el modelo de rayos de la luz, las leyes de reflexión y refracción, y un poco de geometría y trigonometría simples. El papel fundamental que desempeña la geometría en nuestro análisis es la razón por la que se da el nombre de óptica geométrica al estudio de la formación de imágenes mediante rayos luminosos. Comenzaremos nuestro análisis con uno de los dispositivos ópticos de formación de imágenes más sencillos: un espejo plano. Proseguiremos con el estudio de cómo se forman las imágenes con los espejos curvos. Las superficies refractivas y las lentes delgadas se verán en la próxima guía.

REFLEXION Y REFRACCION EN UNA SUPERFICIE PLANA

Antes de analizar el significado del término imagen, necesitamos primero el concepto de objeto como se utiliza en óptica. Por objeto entendemos cualquier cosa desde donde se irradian rayos de luz. Esta luz podría ser emitida por el objeto mismo si éste es autoluminoso, como el filamento incandescente de una bombilla eléctrica. Por otro lado, la luz podría ser emitida por una fuente distinta (como una lámpara o el Sol) y luego reflejarse en el objeto; un ejemplo de ello es la luz que llega a nuestros ojos desde las páginas de este libro. La figura de al lado muestra rayos luminosos que se irradian en todas direcciones desde un objeto situado en un punto P. Para que un observador vea este objeto directamente, no debe haber obstrucción alguna entre el objeto y los ojos del observador. Advierta que los rayos luminosos provenientes del objeto alcanzan los ojos izquierdo y derecho del observador a diferentes ángulos; el cerebro del observador procesa tales diferencias para inferir la distancia del observador al objeto.



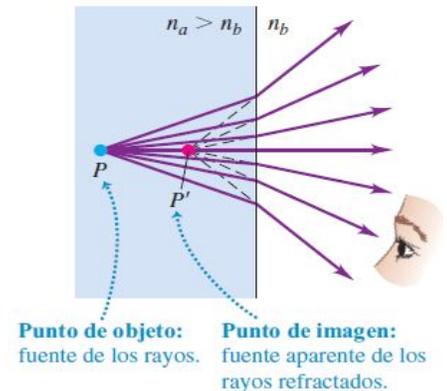
Suponga que algunos de los rayos provenientes del objeto inciden en una superficie reflectante plana y lisa (figura de al lado). Ésta podría ser la superficie de un material con un índice de refracción diferente, la cual refleja parte de la luz incidente, o una superficie metálica pulida que refleja casi el 100% de la luz que incide en ella. En todos los casos, dibujaremos la superficie reflectante como una línea negra con un área sombreada tras ella, como en la figura de al lado. Los espejos de baño tienen una lámina de vidrio delgada, que se halla frente a la superficie reflectante y la protege; pasaremos por alto los efectos de esta lámina delgada.

De acuerdo con la ley de la reflexión, todos los rayos que inciden en la superficie se reflejan a un ángulo con respecto a la normal igual al ángulo de incidencia. Dado que la superficie es plana, la normal tiene la misma dirección en todos los puntos de la superficie, y se tiene una reflexión especular. Una vez que los rayos se han reflejado, su dirección es la misma que si hubieran provenido del punto p' . Al punto P se le llama punto de objeto. En tanto que el punto p' es el punto de imagen correspondiente; se dice que la superficie reflectante forma una imagen del punto P . Un observador que ve únicamente los rayos reflejados en la superficie, y que no sabe que está viendo un reflejo, piensa que el origen de los rayos se encuentra en el punto de imagen p' . El punto de imagen es, por consiguiente, un medio conveniente para describir la dirección de los diversos rayos reflejados, del mismo modo que el punto de objeto P describe la dirección de los rayos que llegan a la superficie antes de la reflexión.

Una superficie plana refractiva también forma una imagen, como se muestra en la figura de al lado derecho. Los rayos provenientes del punto P se refractan en la interfaz entre dos materiales ópticos. Cuando los ángulos de incidencia son pequeños, la dirección final de los rayos después de la refracción es la misma que si hubiesen provenido del punto p' , como se muestra, y también en este caso llamamos a p' punto de imagen.

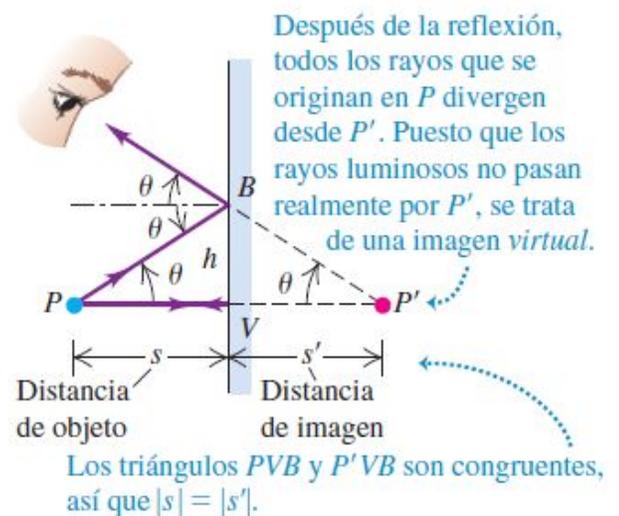
Si los rayos salientes no pasan en realidad por el punto de imagen, se dice que la imagen es una imagen virtual. Más adelante veremos casos donde los rayos salientes pasan efectivamente por un punto de imagen, en cuyo caso la imagen resultante recibe el nombre de imagen real. Las imágenes que se forman en una pantalla de proyección, en la película fotográfica de una cámara y en la retina del ojo son imágenes reales.

Cuando $n_a > n_b$, P' está más próximo a la superficie que P ; para $n_a < n_b$, se cumple lo opuesto.



Formación de Imágenes por Espejo Plano: Concentrémonos por ahora en las imágenes que se producen por reflexión; más adelante en este mismo capítulo regresaremos a la refracción. Para determinar la ubicación precisa de la imagen virtual p' que un espejo plano forma de un objeto situado en P , utilizaremos la construcción que se presenta en la figura de al lado. La figura muestra dos rayos que divergen a partir de un punto de objeto P situado a una distancia s a la izquierda de un espejo plano. Llamamos a s la **distancia de objeto**. El rayo PV incide normalmente en el espejo (es decir, es perpendicular a la superficie del espejo), y regresa siguiendo su trayectoria original.

El rayo PB forma un ángulo θ con PV ; incide en el espejo a un ángulo de incidencia θ y se refleja formando un ángulo igual con la normal. Si prolongamos hacia atrás los dos rayos reflejados, éstos se intersectan en el punto p' , a una distancia s' detrás del espejo. Llamamos a s' la **distancia de imagen**. La línea entre P y P' es perpendicular al espejo. Los dos triángulos PVB y $P'VB$ son congruentes; por lo tanto, P y P' están a la misma distancia del espejo, y s y s' tienen igual magnitud. El punto de imagen P' está situado exactamente en posición opuesta al punto del objeto P , tan distante de la cara posterior del espejo como el punto del objeto se encuentra de su cara anterior.



Podemos repetir la construcción de la figura de al lado con respecto a cada rayo que diverge desde P . La dirección de todos los rayos reflejados salientes es la que sería, si cada uno hubiera tenido su origen en el punto P' , lo cual confirma que P' es la imagen de P . No importa dónde se halle el observador, siempre verá la imagen en el punto P' .

Reglas de Signos: Antes de seguir adelante, conviene presentar algunas reglas generales de signos. Éstas quizá parezcan innecesariamente complicadas con respecto al caso simple de una imagen formada por un espejo plano; no obstante, nos proponemos expresar las reglas de una forma que sea aplicable a todas las situaciones que encontraremos más adelante. Éstas incluyen la formación de imágenes por una superficie reflectante o refractiva, plana o esférica, o por un par de superficies refractivas que forman una lente. Las reglas son las siguientes

- Regla de signos para la distancia de objeto:** cuando el objeto está del mismo lado de la superficie reflectante o refractiva que la luz entrante, la distancia de objeto s es positiva; en caso contrario, es negativa.
- Regla de signos para la distancia de imagen:** cuando la imagen está del mismo lado de la superficie reflectante o refractiva que la luz saliente, la distancia de imagen s' es positiva; en caso contrario, es negativa.
- Regla de signos para el radio de curvatura de una superficie esférica:** cuando el centro de curvatura C está del mismo lado que la luz saliente, el radio de curvatura es positivo; en caso contrario, es negativo.

La figura de al lado ilustra las reglas 1 y 2 para dos situaciones diferentes. En el caso de un espejo los lados entrante y saliente son siempre el mismo; por ejemplo, en la figura está del lado izquierdo. En el caso de la superficie refractiva de la figura, el lado entrante y saliente están a los lados izquierdo y derecho, respectivamente, de la interfaz entre los dos materiales. (Note que en algunos textos quizá se empleen reglas diferentes.)

En la figura la distancia de objeto s es positiva porque el punto de objeto P está en el lado entrante (el lado izquierdo) de la superficie reflectante. La distancia de imagen s' es negativa porque el punto de imagen P' no está en el lado saliente (el lado izquierdo) de la superficie. La relación entre las distancias de objeto y de imagen s y s' es simplemente

$$s = -s' \quad (\text{espejo plano})$$

En el caso de una superficie reflectante o refractiva plana, el radio de curvatura es infinito y no es una magnitud particularmente interesante ni útil; en realidad, en estos casos no necesitamos la tercera regla de los signos. Sin embargo, esta regla será de gran importancia cuando estudiemos la formación de imágenes por superficies reflectantes y refractivas curvas más adelante, en esta guía y la próxima.

Imagen de un Objeto Extenso: Espejo Plano

Ahora consideraremos un objeto extenso de tamaño finito. Para simplificar, se suele considerar un objeto de una sola dimensión, como una flecha delgada, orientado paralelamente a la superficie reflectante; un ejemplo es la flecha PQ de la figura de al lado. La distancia de la cabeza a la cola de una flecha orientada de este modo es su altura; en la figura la altura es y . La imagen que forma un objeto extenso como éste es una imagen extensa; a cada punto del objeto corresponde un punto de la imagen. Se muestran dos de los rayos provenientes de Q ; todos los rayos que proceden de Q parecen divergir desde su punto de imagen Q' después de la reflexión. La imagen de la flecha es la línea $P'Q'$, cuya altura es y' . Otros puntos del objeto PQ tienen puntos de imagen situados entre P' y Q' . Los triángulos PQV y $P'Q'V$ son congruentes; por ello, el objeto PQ y la imagen $P'Q'$ tienen los mismos tamaño y orientación, y $y = y'$.

La razón de la altura de la imagen con respecto a la altura del objeto, y'/y , en cualquier situación de formación de imágenes es el aumento lateral m ; es decir,

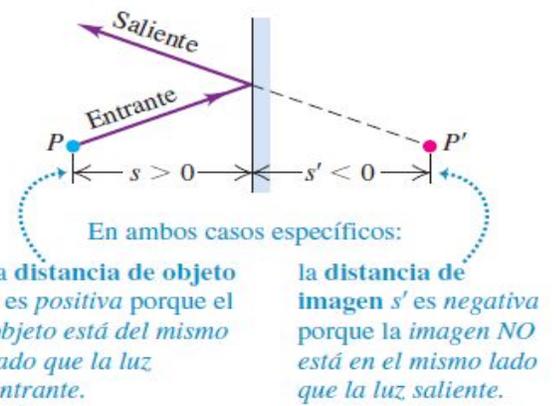
$$m = \frac{y'}{y} \quad (\text{aumento lateral})$$

De esta manera, en el caso de un espejo plano el aumento lateral m es la unidad. Cuando nos miramos en un espejo plano, nuestra imagen es del mismo tamaño que nuestro cuerpo.

En la misma figura la flecha imagen apunta en la misma dirección que la flecha objeto; decimos que la imagen es derecha. En este caso, y y y' tienen el mismo signo, y el aumento lateral m es positivo. La imagen que forma un espejo plano siempre es derecha, por lo que y y y' tienen la misma magnitud y el mismo signo; de acuerdo con la ecuación del aumento lateral de un espejo plano siempre es $m = +1$. Más adelante encontraremos situaciones donde la imagen está invertida, es decir, la flecha imagen apunta en dirección opuesta a la de la flecha objeto. En el caso de una imagen invertida, y y y' tienen signos opuestos, y el aumento lateral m es negativo.

Una propiedad importante de todas las imágenes formadas por superficies reflectantes o refractivas es que una imagen formada por una superficie o un dispositivo óptico puede servir como el objeto de una segunda superficie o dispositivo. La figura de abajo muestra un ejemplo sencillo. El espejo 1 forma una imagen P_1' del punto de objeto P , y el espejo 2 forma otra imagen P_2' cada una del modo como hemos explicado. Además, sin embargo, la imagen P_1' formada por el espejo 1 sirve como objeto para el espejo 2, el cual forma entonces una imagen de este objeto en el punto P_3' como se muestra. Asimismo, el espejo 1 toma la imagen P_2' formada por el espejo 2 como objeto y forma una imagen de ella. La aplicaremos

a) Espejo plano

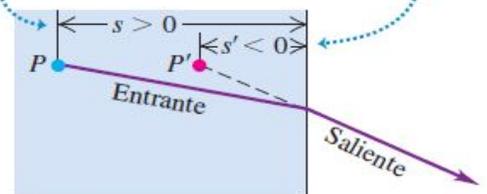


En ambos casos específicos:

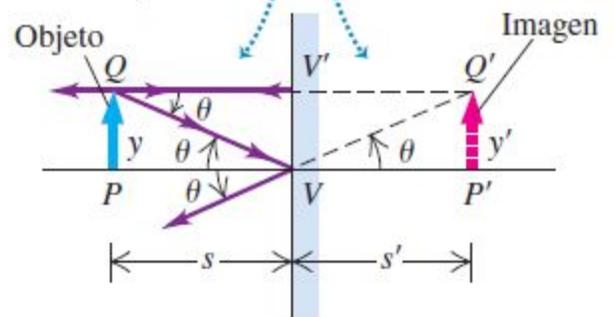
la distancia de objeto s es positiva porque el objeto está del mismo lado que la luz entrante.

la distancia de imagen s' es negativa porque la imagen NO está en el mismo lado que la luz saliente.

b) Interfaz refractiva plana



Para un espejo plano, PQV y $P'Q'V$ son congruentes, así que $y = y'$ y el objeto y la imagen tienen el mismo tamaño (el aumento lateral es 1).



más adelante en una guía para localizar la imagen formada por dos refracciones sucesivas en superficies curvas de una lente. Esta idea nos ayudará a comprender la formación de imágenes por combinaciones de lentes, como en un microscopio o en un telescopio de refracción.

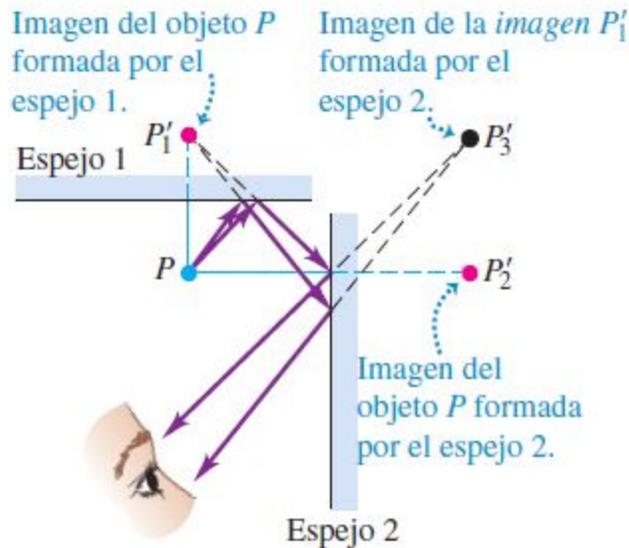
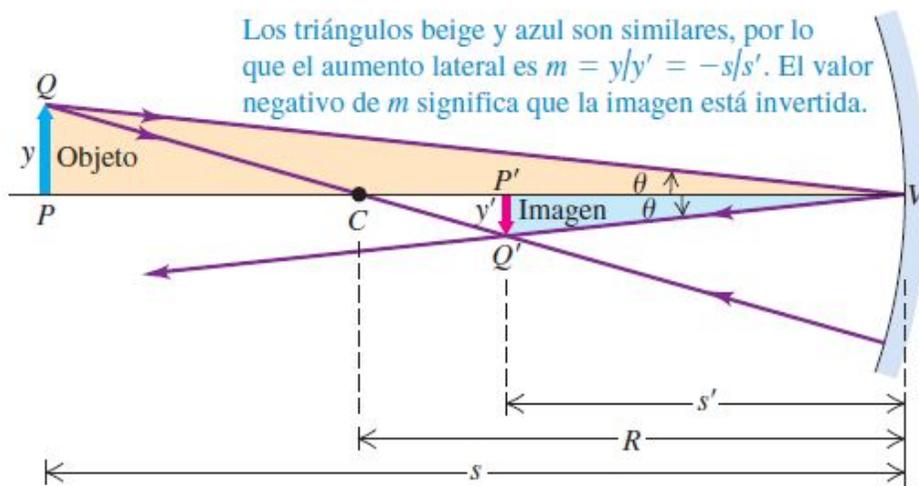


Imagen de un Objeto Extenso: Espejo Esférico Cóncavo

Suponga ahora que se tiene un objeto de tamaño finito, representado por la flecha PQ en la figura de abajo, perpendicular al eje óptico CV . La imagen de P formada por rayos paraxiales está en P' . La distancia de objeto correspondiente al punto Q es casi idéntica a la correspondiente al punto P , por lo que la imagen $P'Q'$ es casi recta y perpendicular al eje. Advierta que las flechas objeto e imagen son de distinto tamaño (y y y' , respectivamente) y de orientación opuesta. En la sección anterior definimos el aumento lateral m como la razón del tamaño de imagen y' con respecto al tamaño de objeto y : $m = y'/y$



Como los triángulos PVQ y $P'VQ'$ de la figura de arriba son semejantes, también tenemos la relación $y/s = -y'/s'$. El signo negativo es necesario porque el objeto y la imagen están en lados opuestos del eje óptico; si y es positiva, y' es negativa. Por lo tanto,

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \quad (\text{aumento lateral, espejo esférico})$$

Si m es positiva, la imagen es derecha en comparación con el objeto; si m es negativa, la imagen es invertida con respecto al objeto, como en la figura de arriba. En el caso de un espejo plano, $s = -s'$, por lo que $y' = y$ y $m = +1$; puesto que m es positiva, la imagen es derecha, y como $|m| = 1$ la imagen es del mismo tamaño que el objeto.

Para determinar los otros elementos en los espejos esféricos hacemos uso de geometría y trigonometría. De esta manera, se halla una expresión como

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

Con s la distancia del objeto al vértice, s' la distancia de la imagen al vértice, R el radio de curvatura del espejo y f la distancia focal, que como se observa es igual a $f = R/2$. Para resolver los ejercicios se requiere despejar cada uno de los anteriores parámetros. Si se desarrolla este proceso se obtiene

$$f = \frac{ss'}{s+s'}, \quad s = \frac{sf}{s-f}, \quad s' = \frac{sf}{s-f}$$

En nuestro análisis de los espejos cóncavos hemos considerado hasta ahora sólo objetos que se encuentran afuera del punto focal o en éste, de modo que la distancia de objeto s es mayor que o igual a la distancia focal (positiva) f . En este caso el punto de imagen está del mismo lado del espejo que los rayos salientes, y la imagen es real e invertida. Si se coloca un objeto más adentro del punto focal de un espejo cóncavo, de modo que $s < f$, la imagen resultante es virtual (esto es, el punto de imagen está en el lado opuesto del espejo con respecto al objeto), derecha y más grande que el objeto. Los espejos que se utilizan para aplicar maquillaje (a los que hicimos referencia al principio de esta sección) son espejos cóncavos; al utilizarlos, la distancia del rostro al espejo es menor que la distancia focal, y se observa una imagen derecha ampliada. Se pueden probar estos enunciados acerca de los espejos cóncavos aplicando las ecuaciones anteriores. También podremos verificar estos resultados más adelante en esta guía, una vez que hayamos aprendido ciertos métodos gráficos para relacionar las posiciones y los tamaños del objeto y de la imagen.

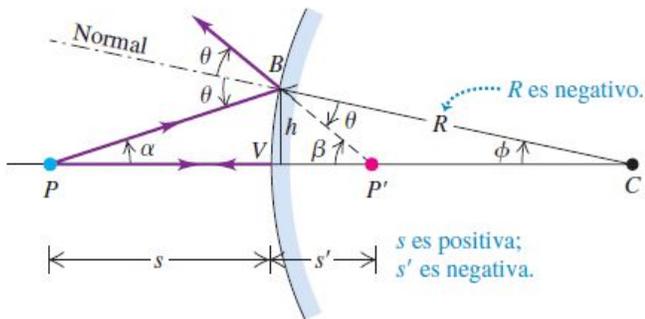
Imagen de un Objeto Extenso: Espejo convexo

En la figura de abajo (a) el lado convexo de un espejo esférico mira hacia la luz incidente. El centro de curvatura está en el lado opuesto a los rayos salientes; de acuerdo con la tercera regla de signos de la primera sección de esta guía, R es negativo. El rayo PB se refleja, con ángulos de incidencia y reflexión iguales ambos a θ . El rayo reflejado, proyectado hacia atrás, interseca el eje en P' . Como en el caso del espejo cóncavo, todos los rayos provenientes de P que se reflejan en el espejo divergen a partir del mismo punto P' , siempre y cuando el ángulo α sea pequeño. Por consiguiente, P' es la imagen de P . La distancia de objeto s es positiva, la distancia de imagen s' es negativa, y el radio de curvatura R es negativo en el caso de un espejo convexo.

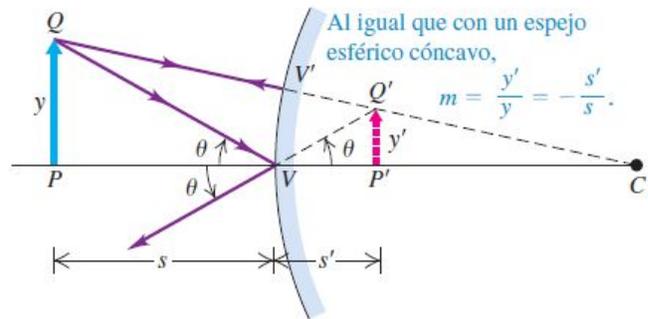
La figura (b) muestra dos rayos que divergen a partir de la cabeza de la flecha PQ y de la imagen virtual $P'Q'$ de esta flecha. El mismo procedimiento que seguimos en el caso de un espejo cóncavo permite demostrar que, con respecto a un espejo convexo,

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad \text{y el aumento lateral} \quad m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

a) Construcción para determinar la posición de una imagen formada por un espejo convexo



b) Construcción para determinar el aumento de una imagen formada por un espejo convexo



Estas expresiones son exactamente equivalentes a las ecuaciones correspondientes a un espejo cóncavo. Así, si aplicamos nuestras reglas de signos de modo congruente, las ecuaciones son válidas tanto con espejos cóncavos como convexos.

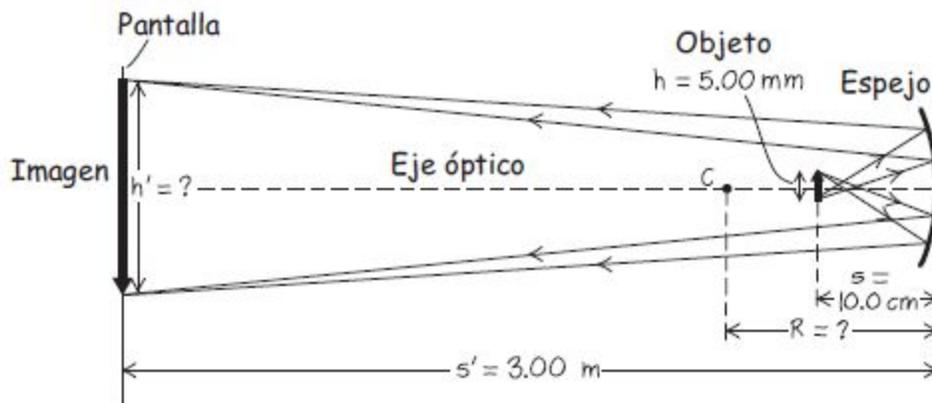
Cuando R es negativo (espejo convexo), los rayos entrantes que son paralelos al eje óptico no se reflejan a través del punto focal F . En cambio, divergen como si proviniera del punto F situado a una distancia f detrás del espejo. En este caso, f es la distancia focal, y F recibe el nombre de punto focal virtual. La distancia de imagen s' correspondiente es negativa, así que tanto f como R son negativos, y la ecuación $f = R/2$, se cumple con respecto a espejos tanto convexos como cóncavos.

Ejemplo 01: Formación de Imagen por un Espejo Cóncavo

Un espejo cóncavo forma una imagen, sobre una pared situada a 3.00 m del espejo, del filamento de una lámpara de reflector que está a 10.0 cm delante del espejo. (a) ¿Cuáles son el radio de curvatura y la distancia focal del espejo? (b) ¿Cuál es la altura de la imagen, si la altura del objeto es de 5.00 mm?

Solución: Este problema utiliza las ideas desarrolladas en esta guía. Nuestras incógnitas son el radio de curvatura R , la distancia focal f y la altura de la imagen y' .

La figura de abajo presenta la situación. Se conocen las distancias del espejo al objeto (s) y del espejo a la imagen (s'). Se aplica la relación entre objeto e imagen para hallar la distancia focal f , y luego se calcula el radio de curvatura R mediante la ecuación $R = 2f$. La ecuación $m = y'/y = -s'/s$ permite calcular la altura y' de la imagen a partir de las distancias s y s' , y la altura y del objeto.



- (a) Tanto el objeto como la imagen están del lado cóncavo del espejo (el lado reflectante), por lo que tanto la distancia de objeto como la distancia de imagen son positivas; tenemos $s = 10 \text{ cm}$ y $s' = 300 \text{ cm}$. Con esto se requiere calcular f

$$f = \frac{ss'}{s+s'} \Rightarrow f = \frac{(10 \text{ cm})(300 \text{ cm})}{10 \text{ cm} + 300 \text{ cm}} \Rightarrow f = \frac{3000 \text{ cm}}{310} \Rightarrow f = 9.68 \text{ cm} \quad \text{con esto} \quad R = 19.35 \text{ cm}$$

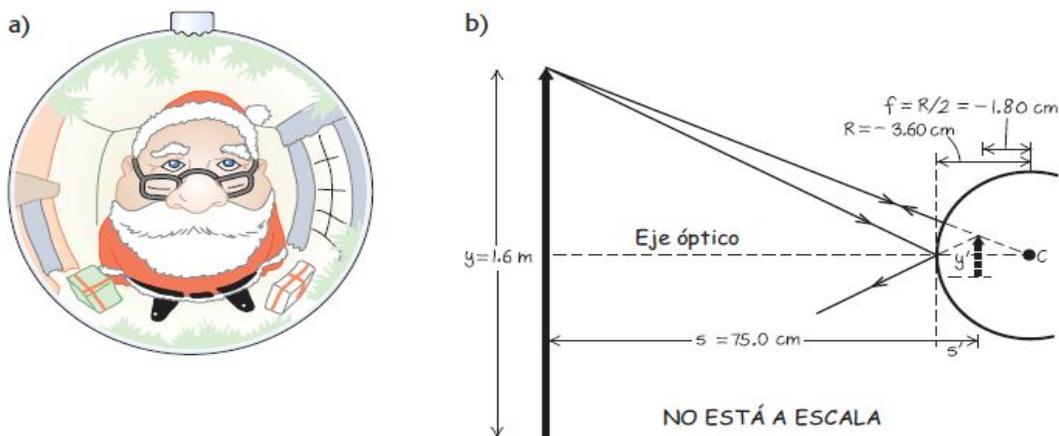
- (b) Para hallar la altura de la imagen (y') utilizamos

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \Rightarrow y' = \left(-\frac{s'}{s}\right)y \Rightarrow y' = \left(-\frac{300 \text{ cm}}{10 \text{ cm}}\right)(5 \text{ mm}) \Rightarrow y' = -150 \text{ mm}$$

Puesto que m es negativa, la imagen es invertida. La altura de la imagen es 30.0 veces la altura del objeto, esto es, (30.0) (5.00 mm) igual a 150 mm.

Ejemplo 02: Problema de Imagen de Santa Claus

Para saber si se ha ensuciado de hollín, Santa Claus examina su reflejo en un adorno plateado brillante de un árbol de Navidad que está a 0.750 m de distancia (figura de abajo (a)). El diámetro del adorno es de 7.20 cm. Las obras de referencia más conocidas indican que Santa Claus es un "viejo elfo muy jovial", por lo que estimamos su estatura en 1.6 m. ¿En dónde aparece, y cuál es la altura de la imagen de Santa Claus que forma el adorno? ¿Es derecha o invertida?



Solución: Santa Claus es el objeto y la superficie del adorno más próxima a él actúa como espejo convexo. Las relaciones entre distancia del objeto, distancia de la imagen, distancia focal y aumento son las correspondientes a los espejos cóncavos, siempre y cuando las reglas de signos se apliquen de forma congruente.

La figura de arriba (b) muestra la situación. Como el espejo es convexo, su radio de curvatura y su distancia focal son negativos. La distancia de objeto es $s = 0.750 \text{ m} = 75 \text{ cm}$, y la estatura de Santa Claus es $y = 1.6 \text{ m}$. Se aplica la ecuación de los espejos esféricos para calcular la distancia de imagen s' , y en seguida la ecuación para determinar el aumento lateral m y, por ende, la altura y' de la imagen. El signo de m indica si la imagen es derecha o invertida.

El radio del espejo convexo (la mitad del diámetro) es $R = -(7.20 \text{ cm})/2 = -3.60 \text{ cm}$, y la distancia focal es $f = R/2 = -1.80 \text{ cm}$. De acuerdo con la ecuación para los espejos esféricos, tenemos

$$s' = \frac{sf}{s-f} \Rightarrow s' = \frac{(75 \text{ cm})(-1.80 \text{ cm})}{(75 \text{ cm}) - (-1.80 \text{ cm})} \Rightarrow s' = \frac{(-135 \text{ cm})}{75 + 1.80} \Rightarrow s' = -1.76 \text{ cm}$$

Puesto que s' es negativa, la imagen está detrás del espejo, es decir, del lado opuesto a la luz saliente (figura de arriba (b)), y es virtual. La imagen está aproximadamente a medio camino entre la superficie anterior del adorno y su centro.

La ecuación que proporciona el aumento lateral m :

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \Rightarrow m = -\frac{(-1.76 \text{ cm})}{(75 \text{ cm})} \Rightarrow m = 0.0234 \text{ y la altura es } y' = my = (0.0234)(1.6 \text{ m}) \Rightarrow y' = 3.8 \text{ cm}$$

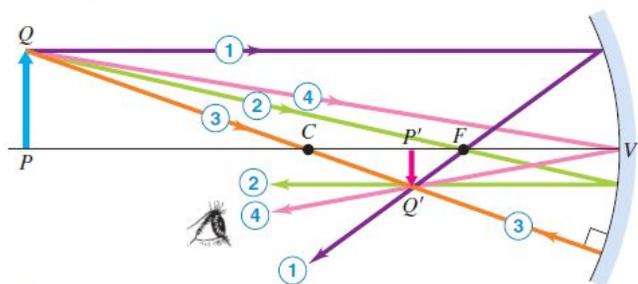
Dado que m es positiva, la imagen es derecha. Es tan sólo alrededor de 0.0234 veces tan alta como Santa Claus mismo.

Métodos Gráficos para Espejos

En los dos ejemplos aplicamos las ecuaciones de los espejos esféricos para determinar la posición y el tamaño de las imágenes formadas por un espejo. También podemos establecer las propiedades de la imagen mediante un sencillo método gráfico. Este método consiste en hallar el punto de intersección de unos pocos rayos específicos que divergen a partir de un punto de objeto (como el punto Q de la figura de abajo) y se reflejan en el espejo. En estas condiciones (sin tener en cuenta las aberraciones), todos los rayos provenientes de este punto de objeto que inciden en el espejo se intersecan en el mismo punto. Para esta construcción siempre se elige un punto de objeto que no esté sobre el eje óptico. En la figura de abajo se muestran cuatro rayos que, por lo general, se dibujan con facilidad, los cuales se conocen como **rayos principales**.

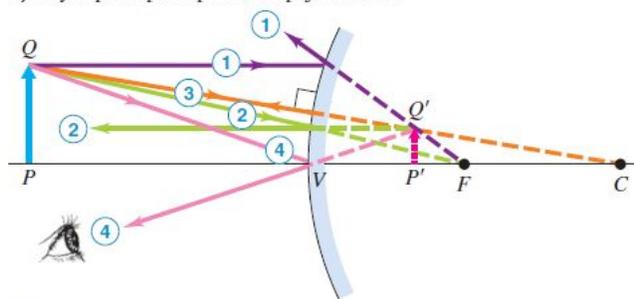
1. Un rayo paralelo al eje, después de reflejarse, pasa por el punto focal F de un espejo cóncavo o parece provenir del punto focal (virtual) de un espejo convexo.
2. Un rayo que pasa por el punto focal F (o avanza hacia éste) se refleja paralelamente al eje.
3. Un rayo a lo largo del radio que pasa por el centro de curvatura C , o se aleja de él, interseca la superficie en dirección normal y se refleja de regreso por su trayectoria original.
4. Un rayo que incide en el vértice V se refleja, formando ángulos iguales con el eje óptico.

a) Rayos principales para un espejo cóncavo



- 1 El rayo paralelo al eje se refleja a través del punto focal.
- 2 El rayo que pasa por el punto focal se refleja paralelo al eje.
- 3 El rayo que pasa por el centro de curvatura interseca la superficie normalmente y se refleja por su trayectoria original.
- 4 El rayo hacia el vértice se refleja simétricamente a través del eje óptico.

b) Rayos principales para un espejo convexo



- 1 El rayo paralelo reflejado parece provenir del punto focal.
- 2 El rayo hacia el punto focal se refleja paralelo al eje.
- 3 Al igual que con el espejo cóncavo: el rayo radial al centro de curvatura interseca la superficie normalmente y se refleja por su trayectoria original.
- 4 Como con el espejo cóncavo, el rayo hacia el vértice se refleja simétricamente con el eje óptico.

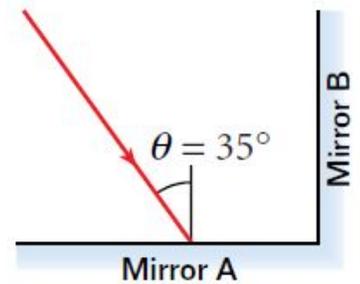
Una vez que hemos hallado la posición del punto de imagen por medio de la intersección de dos cualesquiera de estos rayos principales (1, 2, 3, 4), podemos dibujar el trayecto de cualquier otro rayo del punto de objeto al mismo punto de imagen.

ACTIVIDADES

Para las dos semanas que está diseñada la presente guía se requiere que los estudiantes desarrollen:

1. Preguntas de discusión: Responda cada una de las siguientes preguntas y argumentarlas a partir de principios físicos de la presente guía.
 - ★ If you are stranded on an island, where would you align a mirror to use sunlight to signal a searching aircraft?
 - ★ When you shine a flashlight across a room, you see the beam of light on the wall. Why do you not see the light in the air?

- ★ A flat mirror that is 0.85 m tall is attached to a wall so that its upper edge is 1.7 m above the floor. Use the law of reflection and a ray diagram to determine if this mirror will show a person who is 1.7 m tall his or her complete reflection.
- ★ Two flat mirrors make an angle of 90.0° with each other, as diagrammed at right. An incoming ray makes an angle of 35° with the normal of mirror A. Use the law of reflection to determine the angle of reflection from mirror B. What is unusual about the incoming and reflected rays of light for this arrangement of mirrors?
- ★ Which type of mirror should be used to project movie images on a large screen?
- ★ Can you use a convex mirror to burn a hole in paper by focusing light rays from the sun at the mirror's focal point?
- ★ Why are parabolic mirrors preferred over spherical concave mirrors for use in reflecting telescopes?
- ★ What happens to the real image produced by a concave mirror if you move the original object to the location of the image?
- ★ Explain why enlarged images seem dimmer than the original objects.
- ★ You've been given a concave mirror that may or may not be parabolic. What test could you perform to determine whether it is parabolic?



2. Se requiere que los estudiantes desarrollen los siguientes ejercicios y los adjunten en la plataforma de física (JM) o lo dispuesto por la docente EDILMA MARTINEZ (JT).

- ✓ Una vela de 4.85 cm de alto está 39.2 cm a la izquierda de un espejo plano. ¿Dónde el espejo forma la imagen, y cuál es la altura de ésta?
- ✓ La imagen de un árbol cubre exactamente la longitud de un espejo plano de 4.00 cm de alto, cuando el espejo se sostiene a 35.0 cm del ojo. El árbol está a 28.0 m del espejo. ¿Cuál es su altura?
- ✓ Se coloca un objeto de 0.600 cm de altura a 16.5 cm a la izquierda del vértice de un espejo esférico cóncavo, cuyo radio de curvatura es de 22.0 cm. **(a)** Dibuje un diagrama de rayos principales para mostrar la formación de la imagen. **(b)** Determine la posición, el tamaño, la orientación y la naturaleza (real o virtual) de la imagen.
- ✓ El diámetro de Marte es de 6794 km y su distancia mínima con respecto a la Tierra es de 5.58×10^7 km. Con Marte a esta distancia, determine el diámetro de la imagen del planeta que forma un espejo esférico y cóncavo de telescopio con una distancia focal de 1.75 m.
- ✓ Se coloca una moneda junto al lado convexo de una delgada coraza esférica de vidrio, cuyo radio de curvatura es de 18.0 cm. Se forma una imagen de 1.5 cm de alto de la moneda, 6.00 cm detrás de la coraza de vidrio. ¿Dónde está ubicada la moneda? Determine el tamaño, la orientación y la naturaleza (real o virtual) de la imagen.
- ✓ **Espejo de dentista.** Un dentista utiliza un espejo curvo para inspeccionar la dentadura en el maxilar superior de la boca de sus pacientes. Suponga que el dentista quiere que se forme una imagen derecha con un aumento de 2.00, cuando el espejo está a 1.25 cm de una pieza dental. (Resuelva este problema como si el objeto y la imagen estuvieran a lo largo de una recta.) **(a)** ¿Qué tipo de espejo (cóncavo o convexo) se necesita? Utilice un diagrama de rayos para responder sin efectuar ningún cálculo. **(b)** ¿Cuáles deben ser la distancia focal y el radio de curvatura de este espejo? **(c)** Dibuje un diagrama de rayos principales para comprobar su respuesta al inciso (b).
- ✓ Una bombilla luminosa está a 4.00 m de un muro. Se va a utilizar un espejo cóncavo para proyectar una imagen de la bombilla sobre el muro, de tal modo que la imagen sea 2.25 veces más grande que el objeto. ¿A qué distancia del muro debe estar el espejo? ¿Cuál debe ser su radio de curvatura?
- ✓ **Espejo retrovisor.** El espejo del lado del pasajero de su auto es convexo y tiene un radio de curvatura cuya magnitud es de 18.0 cm. **(a)** Se observa otro auto en este espejo lateral a 13.0 m detrás del espejo. Si este auto tiene 1.5 m de altura, ¿cuál es la altura de la imagen? **(b)** El espejo lleva una advertencia con respecto a que los objetos que se ven en él están más cerca de lo que parecen. ¿A qué se debe esto?

FLEXIBILIZACIÓN CURRICULAR PARA CASOS TDC (TALENTO-DISCAPACIDAD Y CAPACIDAD)

Los estudiantes que tengan su respectivo diagnóstico y reporte TDC deben realizar las siguientes actividades.

Se solicita realicen esta actividad con el acompañamiento familiar correspondiente.

1. Desarrollar el juego propuestos para la semana.
2. Resuelva 5 preguntas.
3. Resolver los 4 primeros ejercicios (individual o grupal).

EVIDENCIA DEL PROCESO (ENTREGABLE)

Realizar estas actividades (EJERCICIOS) en el cuaderno o en hojas tamaño carta cuadrada de forma organizada, clara y estética, de tal manera que se pueda revisar el desarrollo de lo trabajado sin generar malas interpretaciones o errores de comprensión por problemas de caligrafía y orden.

Adjuntar los archivos correspondientes (taller y actividad) en la plataforma de FÍSICA o el mecanismo utilizado por la docente EDILMA MARTINEZ.

Para los estudiantes de la Jornada tarde, si el estudiante no cuenta con acceso a internet para los encuentros remotos, se solicita que los desarrolle en su cuaderno de FÍSICA (ambas actividades). Si por algún motivo los puede enviar la revisión del trabajo no se puede hacer presencial, se solicita que el estudiante escanee (o tome fotografías) de las páginas de su cuaderno con el desarrollo de la actividad y envíe por correo electrónico las evidencias de la actividad resuelta. Enviar el documento en formato pdf.

Para nombrar el archivo colocar lo siguiente: APELLIDOS NOMBRES ASIGNATURA CURSO TALLER #

EJEMPLO: PEREZ_PEPITO_FISICA_1101_TALLER_05

OTRAS FUENTES DE CONSULTA (BIBLIOGRÁFICA-WEB- RECURSOS AUDIOVISUALES, ETC):

Si tiene la posibilidad puede revisar los siguientes sitios web para obtener más información.

<https://youtu.be/C5Lkqgcmk2Y>

<https://youtu.be/GkKZnEhhwfE>

ESPACIOS Y MEDIOS DE ASESORÍA REMOTA

Los docentes realizarán las asesorías por medio de las plataformas dispuestas para tal fin, sea meet jitsi (JM) o ZOOM (JT). Se solicita que en dichas asesorías los estudiantes tengan preguntas claras de lo que deben desarrollar, de esta manera se optimiza el tiempo de conexión. Realizar las preguntas, participaciones y comentarios en esos horarios específicos.

CRITERIOS DE HETEROEVALUACIÓN- (ENTREGABLE)

1. Informe de laboratorio de la actividad. Se evaluará la organización, jerarquización y síntesis conceptual que se plantea además del video construido.
2. Taller de ejercicios: Se evaluará la organización, desarrollo procedimental y síntesis de los 8 puntos propuestos.