

INSTITUCION EDUCATIVA DEPARTAMENTAL "GENERAL SANTANDER"					
SEDE	GRADO	TIEMPO ESTIMADO	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 lentes.				

## 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.

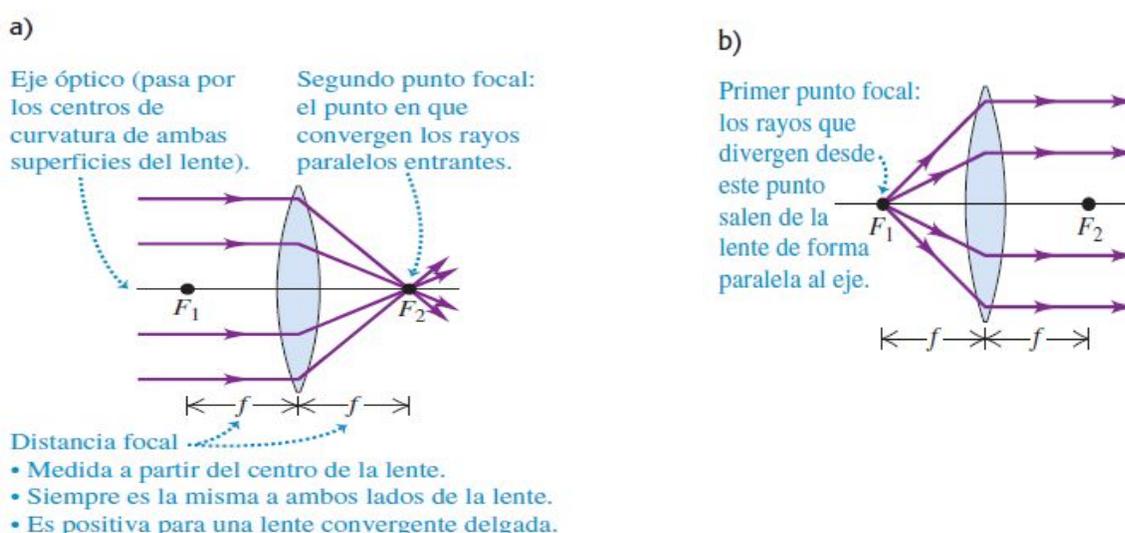
## REFERENTES CONCEPTUALES

### LENTE DELGADA: CONVERGENTES Y DIVERGENTES

El dispositivo óptico más conocido y de uso más extendido (después del espejo plano) es la lente, que es un sistema óptico con dos superficies refractivas. La lente más simple tiene dos superficies esféricas lo suficientemente próximas entre sí como para que podamos despreocuparnos de la distancia entre ellas (el espesor de la lente); a este dispositivo se le llama lente delgada. Si usted utiliza anteojos o lentes de contacto para leer, entonces está viendo estas palabras a través de un par de lentes delgadas. Podemos analizar detalladamente las lentes delgadas con base en los resultados obtenidos en la guía 9, con respecto a la refracción en una sola superficie esférica. Sin embargo, pospondremos este análisis para más adelante en esta guía, con la finalidad de analizar primero las propiedades de las lentes delgadas.

### PROPIEDADES DE LAS LENTES DELGADAS

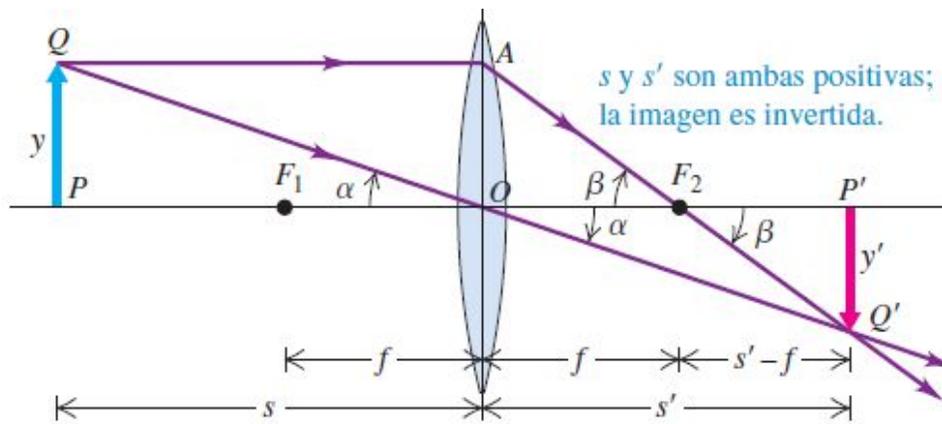
Una lente de la forma que se muestra en la figura de abajo tiene la propiedad de que, cuando un haz de rayos paralelos al eje atraviesa la lente, los rayos convergen en un punto  $F_2$  (figura (a)) y forman una imagen real en ese punto. Las lentes de este tipo se llaman lentes convergentes. Asimismo, los rayos que pasan por el punto  $F_1$  emergen de la lente en forma de un haz de rayos paralelos (figura (b)). Los puntos  $F_1$  y  $F_2$  son lo que se conoce como puntos focales primero y segundo, y la distancia  $f$  (medida desde el centro de la lente) es la distancia focal. Advierta las semejanzas entre los dos puntos focales de una lente convergente y el único punto focal de un espejo cóncavo (guía 10). Como en el caso de los espejos cóncavos, la distancia focal de una lente convergente se define como una cantidad positiva, y las lentes de esta clase se conocen también como lentes positivas.



### IMAGEN DE UN OBJETO EXTENSO: LENTES CONVERGENTES

Al igual que un espejo cóncavo, una lente convergente forma imágenes de los objetos extensos. La figura de abajo muestra cómo determinar la posición y el aumento lateral de una imagen formada por una lente convergente delgada. Con base en la misma notación y reglas de signos que hemos utilizado, sean  $s$  y  $s'$  las distancias de objeto y de imagen, respectivamente, y sean  $y$  y  $y'$  las alturas del objeto y de la imagen. El rayo  $QA$ , paralelo al eje óptico antes de la refracción, pasa por el segundo punto focal  $F_2$  después de refractarse. El rayo  $QQQ'$  pasa directamente por el centro de la

lente sin desviarse, ya que en el centro las dos superficies son paralelas y (suponemos) están muy próximas entre sí. Hay refracción donde el rayo entra y sale del material, pero no existe un cambio neto de dirección.



Los dos ángulos identificados como  $\alpha$  en la figura de arriba son iguales. Por consiguiente, los dos triángulos rectángulos  $PQO$  y  $P'Q'O$  son semejantes, y las razones de los lados correspondientes son iguales. Por lo tanto,

$$\frac{y}{s} = -\frac{y'}{s'} \quad \text{o bien} \quad \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

(La razón del signo negativo es que la imagen está abajo del eje óptico y  $y'$  es negativa.) Asimismo, los ángulos identificados como  $\beta$  son iguales, y los dos triángulos rectángulos  $OAF_2$  y  $P'Q'F_2$  son semejantes:

$$\frac{y}{f} = -\frac{y'}{s'-f} \quad \text{o bien} \quad \frac{y'}{y} = -\frac{s'-f}{s}$$

Ahora igualamos las ecuaciones anteriores, dividimos entre  $s'$  y reorganizamos para obtener

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad (\text{relación objeto - imagen, lente delgada})$$

Este análisis también proporciona el aumento lateral (relación objeto-imagen, lente delgada)  $m = y'/y$  correspondiente a la lente; según la ecuación,

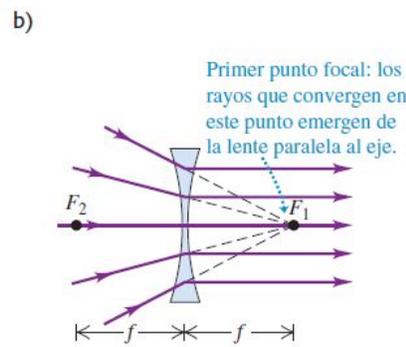
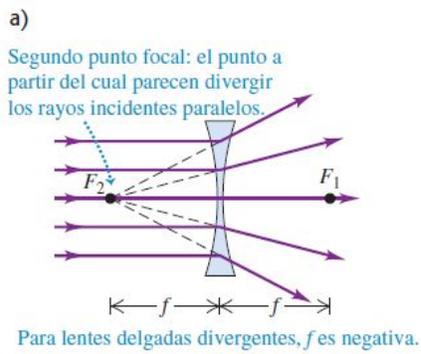
$$m = -\frac{s'}{s} \quad (\text{aumento lateral, lente delgada})$$

El signo negativo indica que, cuando  $s$  y  $s'$  son ambas positivas, como en la figura de arriba, la imagen es invertida, y los signos de  $y$  y  $y'$  son opuestos.

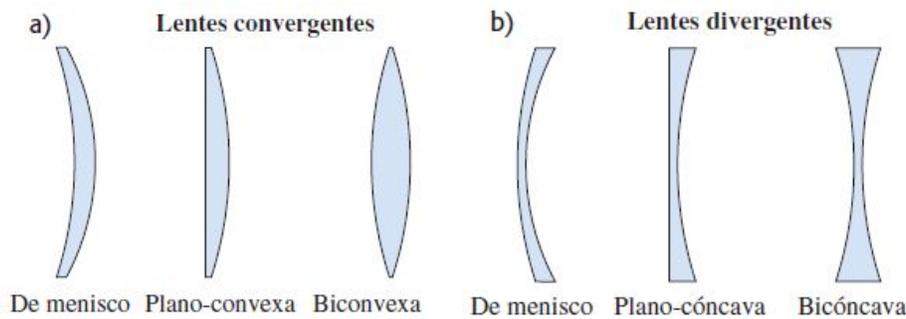
Las ecuaciones anteriores son las ecuaciones fundamentales de las lentes delgadas. Son exactamente iguales a las ecuaciones correspondientes de los espejos esféricos. Como veremos, las reglas de signos que seguimos en el caso de los espejos esféricos también son aplicables a las lentes. En particular, considere una lente con una distancia focal positiva (una lente convergente). Cuando un objeto está por fuera del primer punto focal  $F_1$  de esta lente (es decir, cuando  $s > f$ ), la distancia de imagen  $s'$  es positiva (esto es, la imagen está del mismo lado que los rayos salientes); esta imagen es real e invertida, como en la figura de arriba. Un objeto colocado más adentro del primer punto focal de una lente convergente, de modo que  $s < f$ , forma una imagen con un valor negativo de  $s'$ ; esta imagen se encuentra del mismo lado de la lente que el objeto, y es virtual, derecha y más grande que éste. Estos enunciados se pueden verificar algebraicamente por medio de las ecuaciones; también los verificaremos en esta guía, usando métodos gráficos análogos a los que se presentaron en la guía anterior (10) aplicados a espejos.

## LENES DIVERGENTES

Hasta ahora hemos analizado lentes convergentes. La figura de abajo muestra una lente divergente; el haz de rayos paralelos que inciden en esta lente diverge después de refractarse. La distancia focal de una lente divergente es una cantidad negativa, y las lentes de este tipo se conocen también como lentes negativas. Los puntos focales de una lente negativa están invertidos en relación con los de una lente positiva. El segundo punto focal,  $F_2$ , de una lente negativa es el punto a partir del cual los rayos que originalmente son paralelos al eje parecen divergir después de refractarse, como en la figura (a). Los rayos incidentes que convergen hacia el primer punto focal  $F_1$ , como en la figura (b), emergen de la lente paralelos a su eje. Compare esto con la guía 10 y podrá usted ver que una lente divergente tiene la misma relación con una lente convergente, que la que un espejo convexo tiene con un espejo cóncavo.



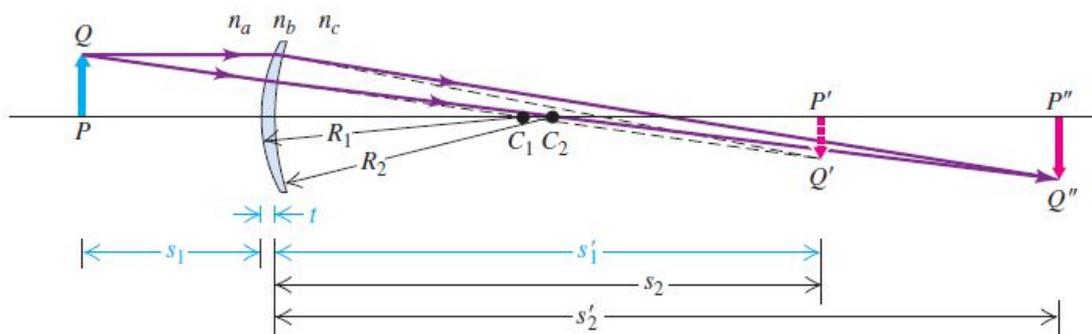
Las ecuaciones anteriormente deducidas son aplicables a lentes tanto positivas como negativas. En la figura de abajo se muestran los diversos tipos de lentes, tanto convergentes como divergentes. Veamos una observación importante: toda lente que sea más gruesa en su centro que en sus bordes es una lente convergente con  $f$  positiva, y toda lente que sea más gruesa en sus bordes que en su centro es una lente divergente con  $f$  negativa (siempre y cuando la lente tenga un índice de refracción mayor que el material circundante). Podemos probar esto mediante la ecuación del fabricante de lentes, cuya deducción constituye nuestra siguiente tarea.



### ECUACIÓN DEL FABRICANTE DE LENTES

Ahora deducimos la ecuación anterior con más detenimiento y, al mismo tiempo, deduciremos la ecuación del fabricante de lentes, que es la relación entre la distancia focal  $f$ , el índice de refracción  $n$  de la lente y los radios de curvatura  $R_1$  y  $R_2$  de las superficies de la lente. Aplicaremos el principio según el cual una imagen formada por una superficie reflectante o refractiva puede servir como el objeto de una segunda superficie reflectante o refractiva.

Comenzaremos con el problema de carácter algo más general de dos interfaces esféricas que separan tres materiales con índices de refracción  $n_a$ ,  $n_b$  y  $n_c$ , como se muestra en la figura de abajo. Las distancias de objeto y de imagen correspondientes a la primera superficie son  $s_1$  y  $s'_1$  y las que corresponden a la segunda superficie son  $s_2$  y  $s'_2$ . Supondremos que la lente es delgada, de modo que la distancia  $t$  entre las dos superficies es pequeña en comparación con las distancias de objeto y de imagen y, por lo tanto, se pueden despreciar. Éste es normalmente el caso de las lentes de anteojos. En estas condiciones  $s_2$  y  $s'_1$  tienen la misma magnitud pero signo opuesto. Por ejemplo, si la primera imagen está del lado saliente de la primera superficie,  $s'_1$  es positiva. Pero cuando la vemos como un objeto de la segunda superficie, la primera imagen no está del lado entrante de esa superficie. Por lo tanto, podemos afirmar que  $s_2 = -s'_1$ .



Necesitamos aplicar la ecuación de una sola superficie dos veces: una por cada superficie. Las ecuaciones resultantes son

$$\frac{n_a}{s_1} + \frac{n_b}{s'_1} = \frac{n_b - n_a}{R_1} \quad \text{y} \quad \frac{n_b}{s_2} + \frac{n_c}{s'_2} = \frac{n_c - n_b}{R_2}$$

Ordinariamente, los materiales primero y tercero son aire o vacío, así que fijamos  $n_a = n_c = 1$ . El segundo índice  $n_b$  es el de la lente, al cual llamaremos simplemente  $n$ . Sustituyendo estos valores y la relación  $s_2 = -s'_1$  obtenemos:

$$\frac{1}{s_1} + \frac{n}{s_1'} = \frac{n-1}{R_1} \quad \text{y} \quad \frac{n}{s_2} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1-n}{R_2}$$

Para obtener una relación entre la posición inicial del objeto  $s_1$  y la posición final de la imagen  $s_2'$  sumamos estas dos ecuaciones. Con ello se elimina el término  $n/s_1'$  y se obtiene

$$\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2'} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Por último, considerando la lente como una sola unidad, llamamos a la distancia de objeto simplemente  $s$  en vez de  $s_1$ , y llamamos a la distancia final de imagen  $s'$  en vez de  $s_2'$ . Luego de efectuar estas sustituciones, tenemos que

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Ahora comparamos esto con la otra ecuación de lentes delgadas (o espejos esféricos). Vemos que las distancias de objeto y de imagen  $s$  y  $s'$  aparecen exactamente en los mismos lugares en ambas ecuaciones y que la distancia focal  $f$  viene dada por

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (\text{ecuación del fabricante de lentes para una lente delgada})$$

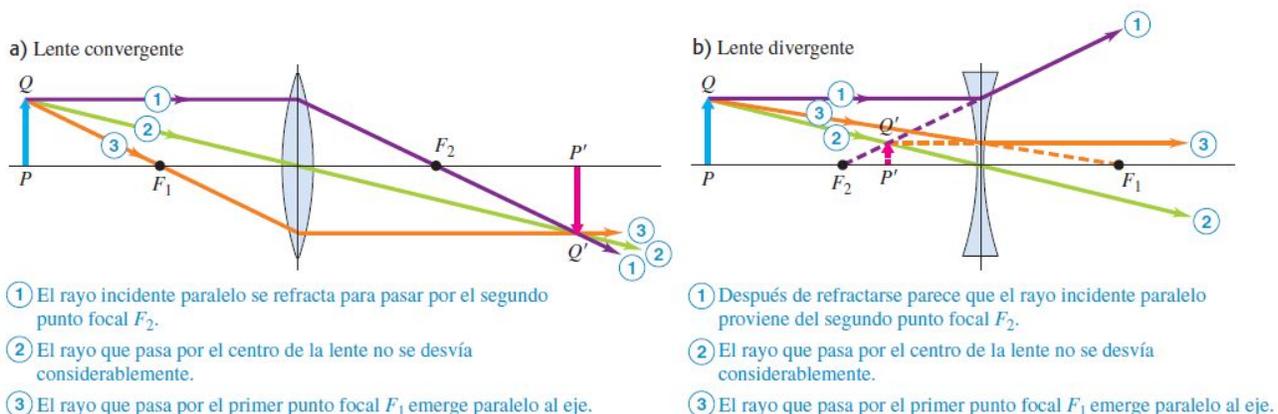
Ésta es la ecuación del fabricante de lentes. Al deducir de nuevo la relación entre distancia del objeto, distancia de la imagen y distancia focal para una lente delgada, al mismo tiempo hemos deducido también una expresión de la distancia focal  $f$  de una lente en términos de su índice de refracción  $n$ , y de los radios de curvatura  $R_1$  y  $R_2$  de sus superficies. Con esto se puede demostrar que todas las lentes convergentes con distancias focales positivas, y que todas las lentes divergentes con distancias focales negativas.

### MÉTODOS GRÁFICOS PARA LENTES

Se pueden hallar la posición y el tamaño de una imagen formada por una lente delgada usando un método gráfico muy parecido al que se aplicó en la guía anterior a los espejos esféricos. También en este caso se dibujan unos pocos rayos especiales, llamados rayos principales, que divergen a partir de un punto del objeto que no está sobre el eje óptico. La intersección de estos rayos, después que han atravesado la lente, determina la posición y el tamaño de la imagen. Al utilizar este método gráfico, consideraremos que la desviación de cada rayo ocurre en su totalidad en el plano medio de la lente, como se muestra en la figura de abajo. Esto concuerda con la suposición de que la distancia entre las superficies de la lente es insignificante. Los tres rayos principales cuyo trayecto es normalmente fácil de trazar en el caso de las lentes se muestran en la figura de abajo:

1. Un rayo paralelo al eje emerge de la lente en una dirección que pasa por el segundo punto focal  $F_2$  de una lente convergente, o que parece provenir del segundo punto focal de una lente divergente.
2. Un rayo que pasa por el centro de la lente no se desvía en grado apreciable; en el centro de la lente las dos superficies son paralelas; por lo tanto, este rayo emerge prácticamente con el mismo ángulo que tenía al entrar y a lo largo de la misma recta.
3. Un rayo que pasa por el primer punto focal  $F_1$  (o avanza hacia éste) emerge paralelo al eje.

Cuando la imagen es real, la posición del punto de imagen está determinada por la intersección de dos cualesquiera de los rayos 1, 2 y 3 (figura (a)). Cuando la imagen es virtual, se prolongan hacia atrás los rayos salientes divergentes, hasta su punto de intersección para hallar el punto de imagen (figura (b)).



#### Ejemplo 01: Ubicación de una imagen y aumento de una lente convergente

Cierta lente convergente tiene una distancia focal de 20 cm. Determine analíticamente la ubicación de la imagen de un objeto situado a cada una de las siguientes distancias de la lente: **(a)** 50 cm; **(b)** 20 cm; **(c)** 15 cm; **(d)** 240 cm. Obtenga el aumento en cada caso.

**Solución:** Este problema ilustra la utilidad de los métodos tanto gráficos como computacionales para problemas con lentes, así como para problemas con espejos curvos.

En cada caso, se tiene la distancia focal  $f = 20 \text{ cm}$  y el valor de la distancia de objeto  $s$ . Las incógnitas son la distancia de imagen  $s'$  y el aumento lateral  $m = -s'/s$ . Calculando las posiciones de la imagen a partir de la ecuación:  $s' = sf/s - f$

$$(a) \quad s' = \frac{sf}{s-f} \Rightarrow s' = \frac{(50 \text{ cm})(20 \text{ cm})}{(50 \text{ cm})-(20 \text{ cm})} \Rightarrow s' = \frac{1000 \text{ cm}}{30} \Rightarrow s' = 33.33 \text{ cm}; \quad m = -\frac{s'}{s} \Rightarrow m = -\frac{33.33 \text{ cm}}{50 \text{ cm}} \Rightarrow m = -0.67$$

$$(b) \quad s' = \frac{sf}{s-f} \Rightarrow s' = \frac{(20 \text{ cm})(20 \text{ cm})}{(20 \text{ cm})-(20 \text{ cm})} \Rightarrow s' = \frac{400 \text{ cm}}{0} \Rightarrow s' = \pm \infty; \quad m = -\frac{s'}{s} \Rightarrow m = -\frac{\pm \infty \text{ cm}}{20 \text{ cm}} \Rightarrow m = \pm \infty$$

$$(c) \quad s' = \frac{sf}{s-f} \Rightarrow s' = \frac{(15 \text{ cm})(20 \text{ cm})}{(15 \text{ cm})-(20 \text{ cm})} \Rightarrow s' = \frac{300 \text{ cm}}{-5} \Rightarrow s' = -60 \text{ cm}; \quad m = -\frac{s'}{s} \Rightarrow m = -\frac{(-60 \text{ cm})}{15 \text{ cm}} \Rightarrow m = 4$$

$$(d) \quad s' = \frac{sf}{s-f} \Rightarrow s' = \frac{(-40 \text{ cm})(20 \text{ cm})}{(-40 \text{ cm})-(20 \text{ cm})} \Rightarrow s' = \frac{-800 \text{ cm}}{-60} \Rightarrow s' = 13.33 \text{ cm}; \quad m = -\frac{s'}{s} \Rightarrow m = -\frac{13.33 \text{ cm}}{(-40 \text{ cm})} \Rightarrow m = 0.33$$

Advierta que  $s'$  es positiva en los incisos (a) y (d) pero negativa en (c). Esto tiene sentido: la imagen es real en los incisos (a) y (d), pero es virtual en (c). Los rayos luminosos que emergen de la lente en el inciso (b) son paralelos y nunca convergen; por lo tanto, se puede considerar que la imagen está en  $+\infty$  o en  $-\infty$ .

Los valores de aumento nos indican que la imagen es invertida en el inciso (a) y derecha en los incisos (c) y (d), de acuerdo con los diagramas de rayos principales. El valor infinito del aumento en el inciso (b) es otra forma de decir que la imagen se forma a una distancia infinita.

### Ejemplo 02: Formación de Imágenes por una Lente Divergente

Se le entrega a usted una lente divergente delgada. Usted encuentra que un haz de rayos paralelos se ensancha después de pasar a través de la lente, como si todos los rayos provinieron de un punto situado a 20.0 cm del centro de la lente. Usted se propone utilizar esta lente para formar una imagen virtual derecha que tenga  $1/3$  de la altura del objeto. **(a)** ¿Dónde se debería colocar el objeto? **(b)** Dibuje un diagrama de rayos principales.

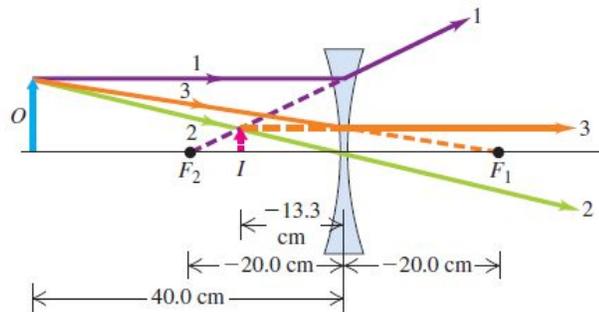
**Solución:** La observación con rayos paralelos muestra que la distancia focal es  $f = -20 \text{ cm}$ . Se busca un aumento lateral  $m = +\frac{1}{3}$  (positivo porque la imagen debe ser derecha). Con base en esto se determina la razón  $s'/s$  a partir de la ecuación  $m = -s'/s$ , y luego se obtiene la distancia de objeto  $s$  mediante la ecuación  $s' = sf/s - f$ .

(a) De acuerdo con la ecuación  $m = -\frac{s'}{s} = +\frac{1}{3}$ , se despeja  $s'$  obteniendo  $s' = -s/3$ . Se reemplaza en  $s' = sf/s - f$

$$s' = \frac{sf}{s-f} \Rightarrow s' = \frac{-sf/3}{-s/3-f}, \text{ desarrollando la parte algebraica se obtiene que } s = -2f \Rightarrow s = 40 \text{ cm} \text{ y } s' = -13.3 \text{ cm}$$

La distancia de imagen es negativa; por lo tanto, el objeto y la imagen están del mismo lado de la lente.

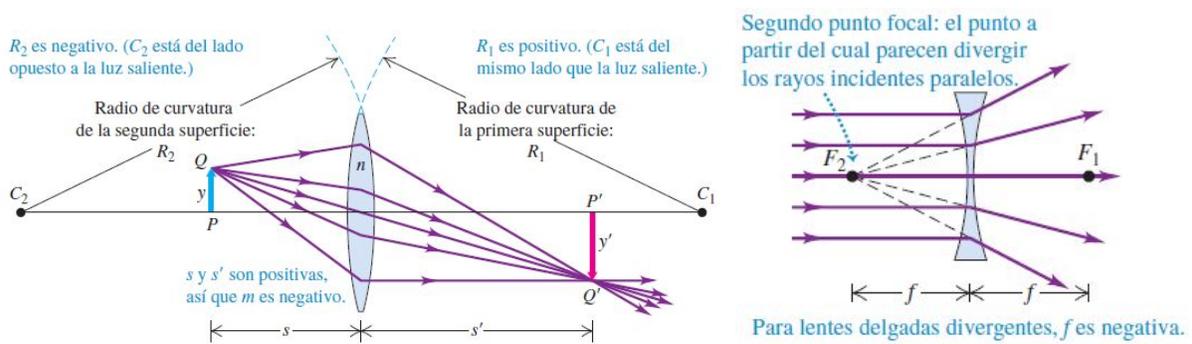
(b) La figura de abajo es el diagrama de rayos principales correspondiente a este problema, con los rayos numerados del mismo modo que en la sección métodos gráficos para lentes.



Se suele montar una lente divergente en la puerta principal de los hogares. La lente proporciona al ocupante de la vivienda una imagen derecha y reducida de cualquier persona que se encuentre afuera de la puerta. El ocupante puede ver a la persona completa y decidir si le permite entrar o no.

### Ejemplo 03: Obtener la distancia focal de una lente

**(a)** Suponga que el valor absoluto de los radios de curvatura de las superficies de lente de la figura de abajo izquierda es igual en ambos casos a 10.0 cm y que el índice de refracción es  $n = 1.52$ . ¿Cuál es la distancia focal  $f$  de la lente? **(b)** Suponga que la lente de la figura de abajo derecha también tiene  $n = 1.52$  y que los valores absolutos de los radios de curvatura de sus superficies de lente también son iguales a 10 cm. ¿Cuál es la distancia focal de esta lente?



**Solución:** Se nos pide calcular la distancia focal de (a) una lente que es convexa por ambos lados (figura arriba izquierda) y de (b) una lente que es cóncava por ambas caras (figura arriba derecha). Se aplica la ecuación del fabricante de lentes para determinar la distancia focal en ambas situaciones. Tenemos en cuenta si las superficies son cóncavas o convexas, poniendo una atención minuciosa a los signos de los radios de curvatura  $R_1$  y  $R_2$ .

(a) La figura arriba izquierda muestra que el centro de curvatura de la primera superficie ( $C_1$ ) está del lado saliente de la lente; en tanto que el centro de curvatura de la segunda superficie ( $C_2$ ) está del lado entrante. Por consiguiente,  $R_1$  es positivo pero  $R_2$  es negativo:  $R_1 = +10 \text{ cm}$ ,  $R_2 = -10 \text{ cm}$ . De acuerdo con la ecuación del fabricante de lentes se tiene,

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow \frac{1}{f} = (1.52 - 1) \left( \frac{1}{10 \text{ cm}} - \frac{1}{(-10 \text{ cm})} \right) \Rightarrow \frac{1}{f} = (0.52) \left( \frac{-20}{-100 \text{ cm}} \right) \Rightarrow f = +9.61 \text{ cm}$$

(b) En el caso de una lente biconcava el centro de curvatura de la primera superficie está del lado entrante, en tanto que el centro de curvatura de la segunda superficie está del lado saliente. Por lo tanto,  $R_1$  es negativo y  $R_2$  es positivo:  $R_1 = -10 \text{ cm}$ ,  $R_2 = +10 \text{ cm}$ . De nuevo, con base en la ecuación del fabricante de lentes,

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow \frac{1}{f} = (1.52 - 1) \left( \frac{1}{(-10 \text{ cm})} - \frac{1}{10 \text{ cm}} \right) \Rightarrow \frac{1}{f} = (0.52) \left( \frac{-20}{-100 \text{ cm}} \right) \Rightarrow f = -9.61 \text{ cm}$$

En el inciso (a) la distancia focal es positiva, así que se trata de una lente convergente; esto es razonable, pues la lente es más gruesa en el centro que en los bordes. En el inciso (b) la distancia focal es negativa, de modo que se trata de una lente divergente; esto también es razonable, pues la lente es más gruesa en los bordes que en el centro.

## ACTIVIDADES

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

- 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).
  - ✓ A contact lens is made of plastic with an index of refraction of 1.50. The lens has an outer radius of curvature of +2.00 cm and an inner radius of curvature of +2.50 cm. What is the focal length of the lens?
  - ✓ An object is placed 50.0 cm from a screen. **(a)** Where should a converging lens of focal length 10.0 cm be placed to form an image on the screen? **(b)** Find the magnification of the lens.
  - ✓ A converging lens has a focal length of 10.0 cm. Locate the images for object distances of **(a)** 20.0 cm, **(b)** 10.0 cm, and **(c)** 5.00 cm, if they exist. For each case, state whether the image is real or virtual, upright or inverted, and find the magnification.
  - ✓ An object is placed 20.0 cm from a concave spherical mirror having a focal length of magnitude 40.0 cm. **(a)** Use graph paper to construct an accurate ray diagram for this situation. **(b)** From your ray diagram, determine the location of the image. **(c)** What is the magnification of the image? **(d)** Check your answers to parts (b) and (c) using the mirror equation.
  - ✓ A diverging lens has a focal length of magnitude 20.0 cm. **(a)** Locate the images for object distances of (i) 40.0 cm, (ii) 20.0 cm, and (iii) 10.0 cm. For each case, state whether the image is **(b)** real or virtual and **(c)** upright or inverted. **(d)** For each case, find the magnification.
  - ✓ A diverging lens has a focal length of 20.0 cm. Use graph paper to construct accurate ray diagrams for object distances of **(a)** 40.0 cm and **(b)** 10.0 cm. In each case determine the location of the image from the diagram and the image magnification, and state whether the image is upright or inverted.

- ✓ A transparent photographic slide is placed in front of a converging lens with a focal length of 2.44 cm. An image of the slide is formed 12.9 cm from the slide. How far is the lens from the slide if the image is **(a)** real? **(b)** Virtual?
- ✓ The nickel's image in Figure below has twice the diameter of the nickel when the lens is 2.84 cm from the nickel. Determine the focal length of the lens.
- ✓ The projection lens in a certain slide projector is a single thin lens. A slide 24.0 mm high is to be projected so that its image fills a screen 1.80 m high. The slide-to-screen distance is 3.00 m. **(a)** Determine the focal length of the projection lens. **(b)** How far from the slide should the lens of the projector be placed to form the image on the screen?
- ✓ An object is located 20.0 cm to the left of a diverging lens having a focal length  $f = -32 \text{ cm}$ . Determine **(a)** the location and **(b)** the magnification of the image. **(c)** Construct a ray diagram for this arrangement.



2. Finalmente, los estudiantes deben desarrollar la evaluación en la plataforma de FÍSICA (JM), en la semana comprendida según el horario de cada grupo.

### **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 los juegos propuestos para la semana.
2. Resolver los 5 primeros ejercicios (individual o grupal).

### **EVIDENCIA DEL PROCESO (ENTREGABLE)**

Realizar estas actividades (EJERCICIOS) en el cuaderno o en hojas tamaño carta cuadrículada 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/qbxOW1QonHQ>

<https://youtu.be/hzZ2mqU876w>

### **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.