

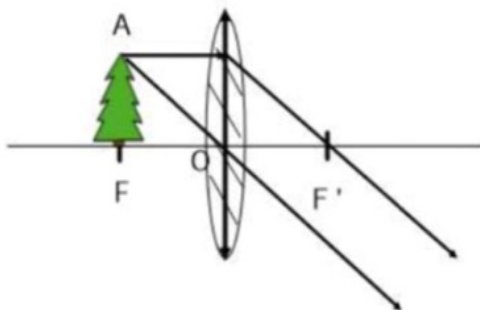


- a) Un objeto se sitúa a la izquierda de una lente delgada convergente. Determine razonadamente y con la ayuda del trazado de rayos la posición y características de la imagen que se forma en los siguientes casos: (i) $s = f$; (ii) $s = f / 2$; (iii) $s = 2 f$.
- b) Un objeto de 2 cm de altura se sitúa a 15 cm a la izquierda de una lente de 20 cm de distancia focal. Dibuje un esquema con las posiciones del objeto, la lente y la imagen. Calcule la posición y aumento de la imagen.

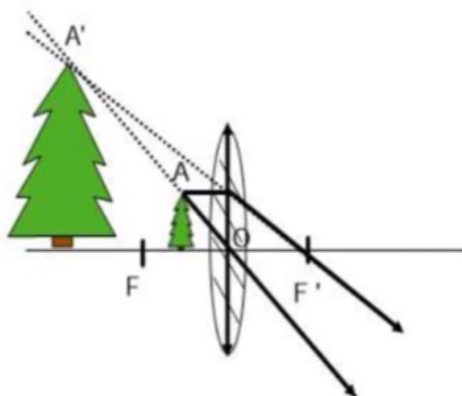
FISICA. 2018. RESERVA 1. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

RESOLUCION

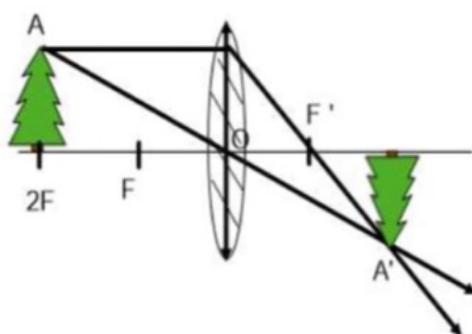
- a) (i) No se forma imagen porque los rayos salen paralelos después de atravesar la lente delgada convergente



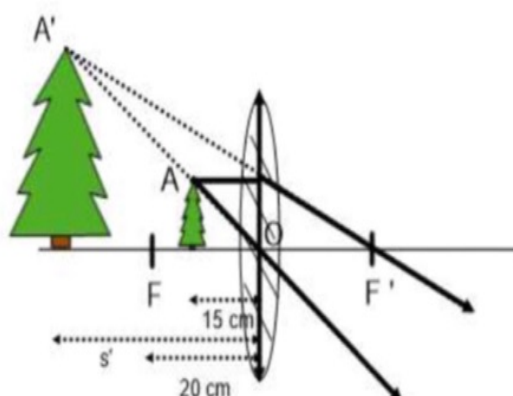
- (ii) Se forma una imagen virtual porque los rayos salen divergentes (se cortan las prolongaciones). La imagen sale de mayor tamaño y derecha.



- (iii) Se forma una imagen real porque los rayos salen convergentes. La imagen es del mismo tamaño y está invertida.



b) Para una lente convergente, estamos en el caso (i) del apartado anterior



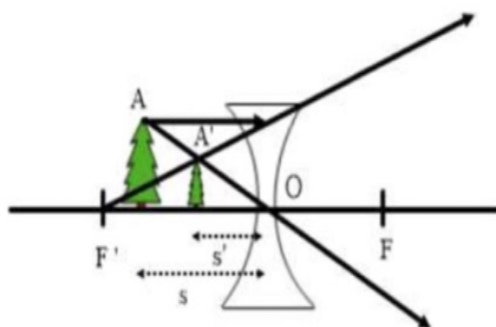
Se aplica la Ley de Gauss para lentes delgadas

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-15} = \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{20} - \frac{1}{15} = -\frac{1}{60} \Rightarrow s' = -60 \text{ cm}$$

La imagen se forma a 60 cm a la izquierda de la lente.

$$\text{Aumento lateral} \equiv A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{y'}{2} = \frac{-60}{-15} \Rightarrow y' = 8 \text{ cm} \Rightarrow A = 4$$

Para una lente divergente



Se aplica la Ley de Gauss para lentes delgadas

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-15} = \frac{1}{-20} \Rightarrow \frac{1}{s'} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{15} = -\frac{7}{60} \Rightarrow s' = -8'57 \text{ cm}$$

$$\text{Aumento lateral} \equiv A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-8'57}{15} = -0'57$$

La imagen sale más pequeña.

2

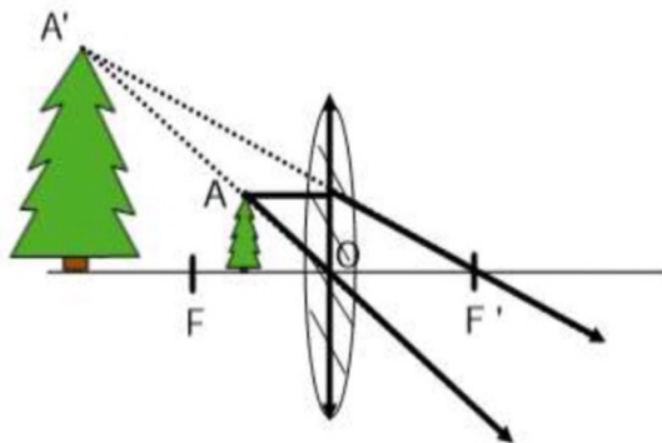
a) Explique dónde debe estar situado un objeto respecto a una lente delgada para obtener una imagen virtual y derecha: (i) Si la lente es convergente; (ii) si la lente es divergente. Realice en ambos casos las construcciones geométricas del trazado de rayos e indique si la imagen es mayor o menor que el objeto.

b) Un objeto luminoso se encuentra a 4 m de una pantalla. Mediante una lente situada entre el objeto y la pantalla se pretende obtener una imagen del objeto sobre la pantalla que sea real, invertida y tres veces mayor que él. Determine el tipo de lente que se tiene que utilizar, así como su distancia focal y la posición en la que debe situarse, justificando sus respuestas.

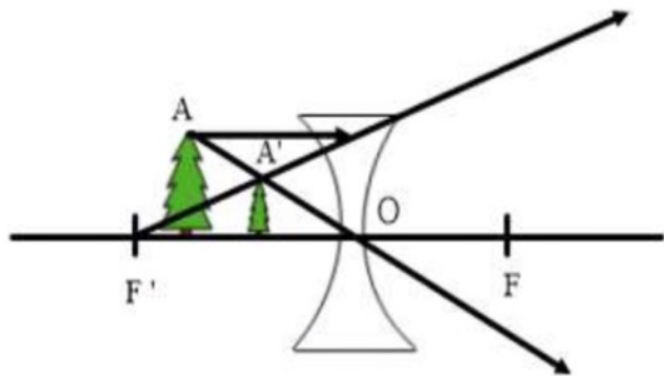
FISICA. 2018. JUNIO. EJERCICIO 3. OPCIÓN B

RESOLUCION

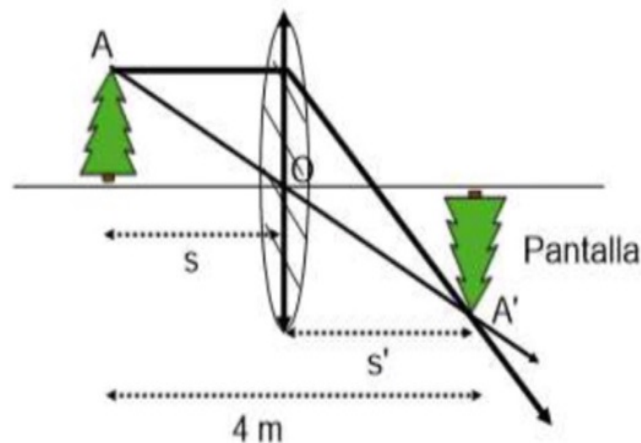
a) (i) Para una lente convergente, el objeto debe situarse entre el foco y la lente para obtener una imagen virtual y derecha. De esta forma los rayos salen de la lente divergentes, no se cortan, se cortan las prolongaciones de los rayos y produce una imagen virtual que es mayor que el objeto.



(ii) Para una lente divergente, los rayos siempre salen divergentes, por lo que siempre producen una imagen virtual y derecha. En este caso la imagen es menor que el objeto.



b) Tiene que ser una lente biconvexa (convergente)



Ecuación de Gauss de las lentes delgadas: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

Aumento lateral: $\equiv A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = -3$ signo negativo por ser imagen invertida $\Rightarrow s' = -3s$

Además: $s' > 0$ y $s < 0$

$$|s| + s' = 4 \Rightarrow s' - s = 4 \Rightarrow s' = 4 + s \Rightarrow -3s = 4 + s \Rightarrow s = -1 \text{ m} ; s' = 3 \text{ m}$$

El objeto hay que situarlo a 1 m por detrás de la lente

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{3} - \frac{1}{-1} = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = \frac{3}{4} \text{ m}$$

La distancia focal es: $\frac{3}{4} \text{ m}$.

3

- a) Explique el fenómeno de la dispersión de la luz por un prisma ayudándose de un esquema.
b) Un objeto de 0,3 m de altura se sitúa a 0,6 m de una lente convergente de distancia focal 0,2 m. Determine la posición, naturaleza y tamaño de la imagen mediante procedimientos gráficos y numéricos.

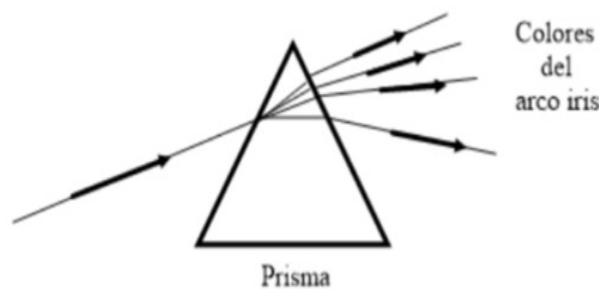
FISICA. 2018. RESERVA 2. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

RESOLUCION

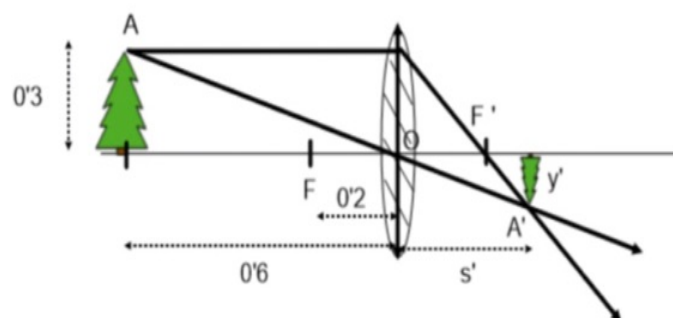
a) La luz blanca es una mezcla de luces de diferentes colores (o frecuencias). Se dice que es policromática.

El prisma óptico es un medio transparente limitado por dos caras o superficies planas no paralelas.

La luz blanca penetra en un prisma, cada componente (luz monocromática o luz de una frecuencia) va a distinta velocidad en el prisma, con lo cual se descompone la luz blanca en los colores del arco iris cada color es una frecuencia), esta es la primera refracción. Al salir los haces del prisma (segunda refracción) se separan todavía más.



b) La imagen es real, invertida y de menor tamaño.



Se aplica la Ley de Gauss para lentes delgadas

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-0'6} = \frac{1}{0'2} \Rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{0'2} - \frac{1}{0'6} = \frac{10}{3} \Rightarrow s' = 0'3 \text{ m}$$

$$\text{Aumento lateral} \equiv A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{y'}{0'3} = \frac{0'3}{-0'6} \Rightarrow y' = -0'15 \text{ m}$$

Imagen invertida

4

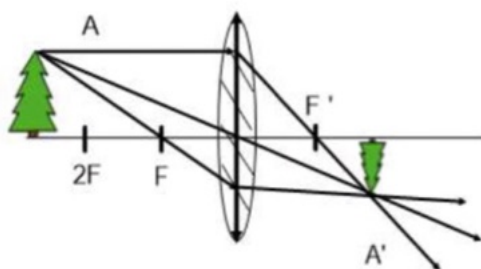
a) Construya, razonadamente, la imagen de un objeto situado delante de una lente convergente a una distancia mayor que el doble de la distancia focal. A partir de la imagen obtenida indique, razonadamente, las características de la misma: real o virtual, si está derecha o invertida y su tamaño.

b) A 4 m delante de una lente divergente se sitúa un objeto de tamaño 1 m. Si la imagen se forma delante de la lente a una distancia de 1 m, calcule: (i) la distancia focal justificando el signo obtenido. (ii) Tamaño de la imagen indicando si está derecha o invertida con respecto al objeto.

FISICA. 2019. JUNIO. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

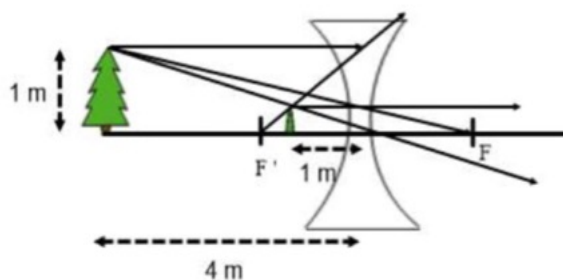
RESOLUCION

a)



- Es una imagen real porque los rayos se cortan.
- Es una imagen invertida porque se produce al otro lado del eje óptico boca abajo.
- Imagen menor que el tamaño del objeto.

b)



(i) Ecuación de Gauss de las lentes delgadas: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

$$\frac{1}{-1} - \frac{1}{-4} = \frac{1}{f'} \Rightarrow -1 + \frac{1}{4} = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = -\frac{4}{3} \text{ m}$$

El signo es negativo porque f' está en la zona negativa del eje X delante de la lente.

(ii) Aumento lateral $\equiv A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-1}{-4} = \frac{1}{4} \Rightarrow y' = \frac{1}{4}y = \frac{1}{4} \cdot 1 = \frac{1}{4} \text{ m}$

La imagen está derecha respecto del objeto.

5

a) Construya, razonadamente, la imagen de un objeto situado entre el foco y el centro de una lente convergente. A partir de la imagen obtenida indique, razonadamente, las características de la misma: real o virtual, si está derecha o invertida y su tamaño.

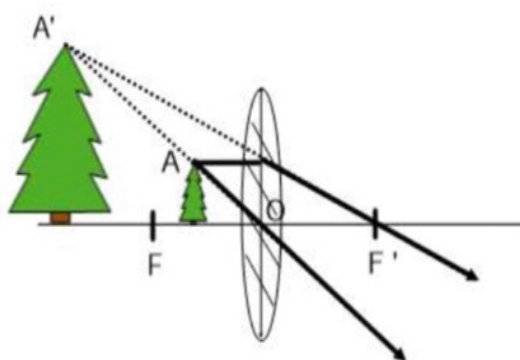
b) A 2 m delante de una lente divergente se sitúa un objeto de tamaño 0,5 m. Si la distancia focal es de 1 m, calcule: i) La distancia de la imagen a la lente indicando si es real o virtual.

ii) Tamaño de la imagen indicando si está derecha o invertida.

FISICA. 2019. RESERVA 1. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

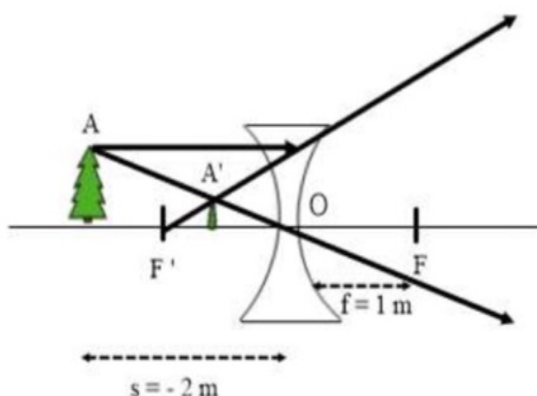
RESOLUCION

a)



- El rayo que pasa por el centro óptico O, no se desvía.
- El rayo paralelo al eje óptico pasa por el foco F'.
- Estos rayos salen divergentes y se cortan las prolongaciones, dando una imagen virtual. Está derecha, de mayor tamaño y se forma en el mismo lado del eje óptico.

b)



(i) La imagen es virtual porque los rayos salen divergentes.

Ecuación de Gauss de las lentes delgadas: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-2} = \frac{1}{-1} \Rightarrow \frac{1}{s'} = -1 - \frac{1}{2} \Rightarrow s' = -\frac{2}{3} \text{ m}$

(ii) Aumento lateral $\equiv A = \frac{s'}{s} = \frac{y'}{y} \Rightarrow \frac{-\frac{2}{3}}{-2} = \frac{y'}{0,5} \Rightarrow y' = \frac{1}{6} \text{ m}$ tamaño de la imagen

La imagen está derecha respecto del objeto.

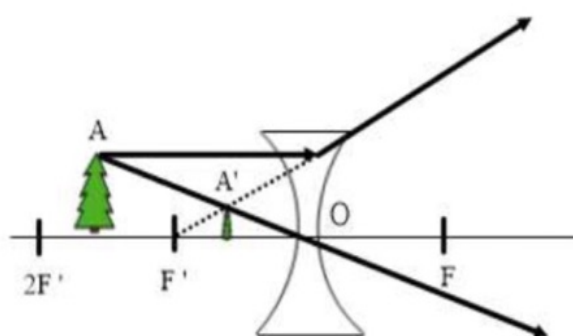
a) Construya, razonadamente, la imagen de un objeto situado entre f y $2f$ delante de una lente divergente. A partir de la imagen obtenida indique, razonadamente, las características de la misma: real o virtual, si está derecha o invertida y su tamaño.

b) Situamos delante de una lente convergente un objeto que genera una imagen que se forma a 1 m delante de la lente, siendo la misma de tamaño 0,5 m. Si la distancia focal vale 2 m, calcule: i) La distancia a la que se encuentra el objeto de la lente. ii) Tamaño del objeto indicando si está derecho o invertido con respecto a la imagen.

FISICA. 2019. RESERVA 2. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

RESOLUCION

a)



Es una imagen virtual porque los rayos salen divergentes y se cortan en sus prolongaciones.

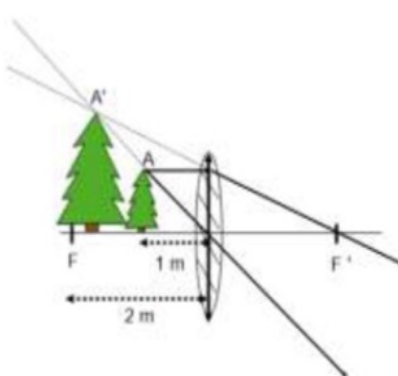
Es una imagen derecha, no está invertida.

Es una imagen de menor tamaño que el objeto.

El rayo que pasa por el centro óptico no se desvía.

El rayo paralelo al eje óptico sale divergente y su prolongación pasa por F'

b)



(i) Se aplica la Ley de Gauss para lentes delgadas

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{-1} - \frac{1}{s} = \frac{1}{2} \Rightarrow -1 - \frac{1}{s} = \frac{1}{2} \Rightarrow -\frac{3}{2} = \frac{1}{s} \Rightarrow s = -\frac{2}{3} \text{ m}$$

(ii) Aumento lateral $\equiv A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{0'5}{y} = \frac{-1}{-\frac{2}{3}} = \frac{3}{2} \Rightarrow y = \frac{1}{3} \text{ m}$

Objeto derecho respecto de la imagen.

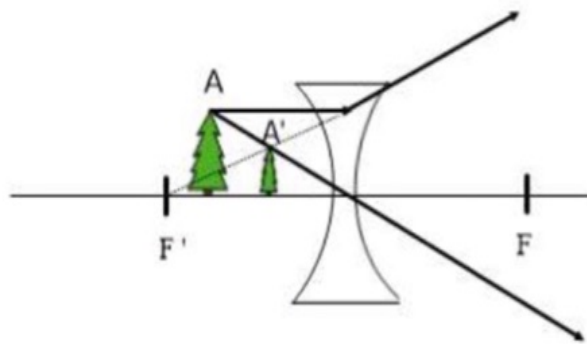
7) a) Construya, razonadamente, la imagen de un objeto situado delante de una lente divergente, y a una distancia menor que la distancia focal. A partir de la imagen obtenida indique, razonadamente, las características de la misma: real o virtual, si está derecha o invertida y su tamaño.

b) A 0,5 m delante de una lente convergente se sitúa un objeto de tamaño 0,25 m. Si la distancia focal vale 1 m, calcule: i) La distancia de la imagen a la lente indicando si es real o virtual. ii) Tamaño de la imagen, indicando si está derecha o invertida.

FISICA. 2019. RESERVA 3. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

RESOLUCION

a)

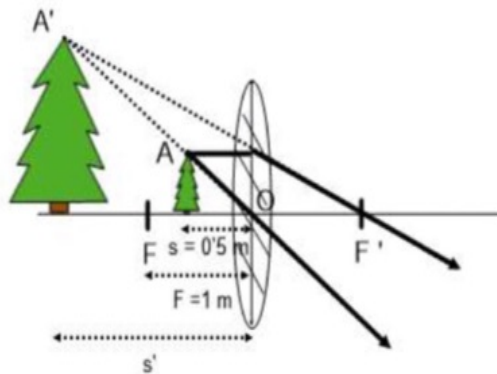


Es una imagen virtual porque los rayos salen divergentes.

Es una imagen derecha porque se forma en el mismo lado del eje óptico.

Es una imagen de menor tamaño que el objeto.

b)



(i) Se aplica la Ley de Gauss para lentes delgadas

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-0'5} = \frac{1}{1} \Rightarrow \frac{1}{s'} = 1 - 2 = -1 \Rightarrow s' = -1 \text{ m}$$

Es imagen virtual porque los rayos salen divergentes.

$$(ii) \text{ Aumento lateral } \equiv A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{y'}{0'25} = \frac{-1}{-0'5} \Rightarrow y' = 0'5 \text{ m}$$

Es una imagen derecha de tamaño el doble que el objeto.

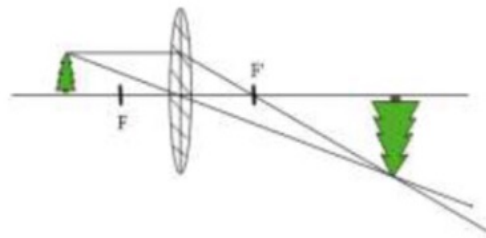
8) a) Determine, mediante trazado de rayos, la imagen que se produce en una lente convergente para un objeto situado a una distancia de la lente: i) Entre una y dos veces la distancia focal. ii) A más de dos veces la distancia focal. Indique razonadamente, la naturaleza de la imagen en ambos casos.

b) Situamos un objeto de 0'4 m de altura a 0'2 m de una lente convergente de 0'6 m de distancia focal. i) Realice la construcción geométrica del trazado de rayos. ii) Calcule de forma razonada: la posición, el tamaño y la naturaleza de la imagen formada.

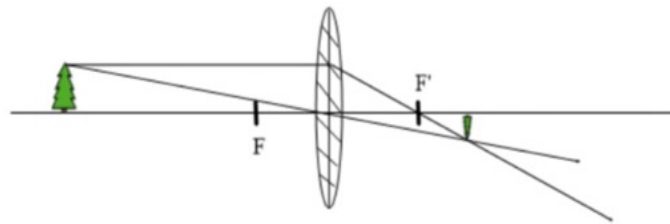
FISICA. 2020. JUNIO. EJERCICIO 3

RESOLUCION

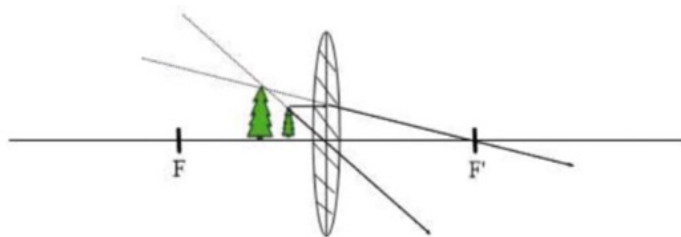
a) i) Se produce una imagen real, mayor e invertida



ii) Se produce una imagen real, menor e invertida



b) i) La imagen es mayor, derecha y virtual, ya que no se cruzan los rayos, sino sus prolongaciones.



ii) Ecuación de Gauss de las lentes delgadas: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-0'2} = \frac{1}{0'6} \Rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{0'6} - \frac{1}{0'2} = \frac{-0'4}{0'12} \Rightarrow s' = -\frac{0'12}{0'4} = -0'3 \text{ m}$$

La imagen se forma a 0'3 m de la lente en la parte donde se encuentra el objeto.

El tamaño es: $\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow y' = \frac{y \cdot s'}{s} = \frac{0'4 \cdot (-0'3)}{-0'2} = 0'6 \text{ m}$

9

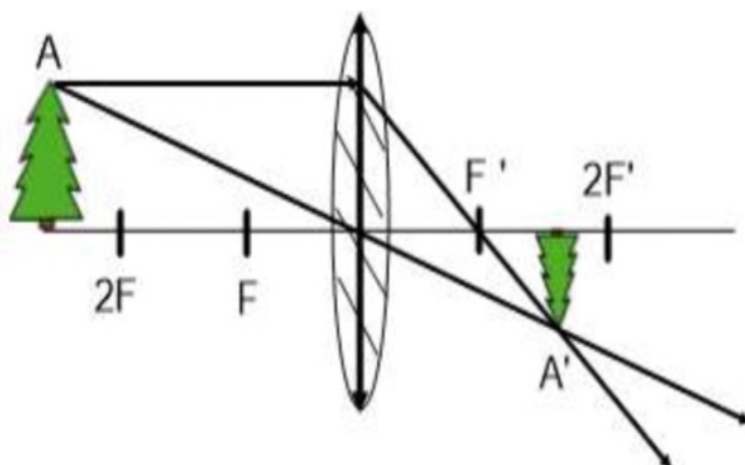
a) Determine, mediante construcción geométrica del trazado de rayos, dónde debe estar situado un objeto respecto a una lente convergente para que el tamaño de la imagen sea: i) Menor que el objeto. ii) Igual que el objeto. Indique razonadamente, la naturaleza de la imagen en ambos casos.

b) Se sitúa un objeto de 0'5 m de altura a 0'9 m de una lente divergente de 0'3 m de distancia focal. i) Realice la construcción geométrica del trazado de rayos. ii) Calcule de forma razonada: la posición, el tamaño y la naturaleza de la imagen formada.

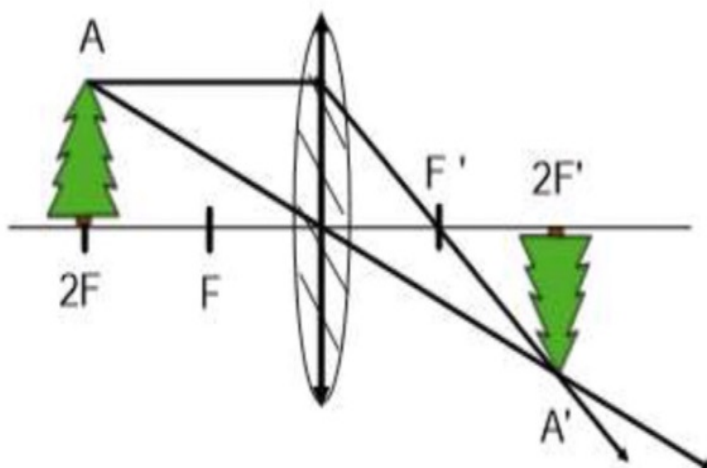
FISICA. 2020. RESERVA 1. EJERCICIO 3

RESOLUCION

a) i) El objeto debe situarse a una distancia mayor que el doble de la distancia focal. La imagen es real ya que los rayos son convergentes.

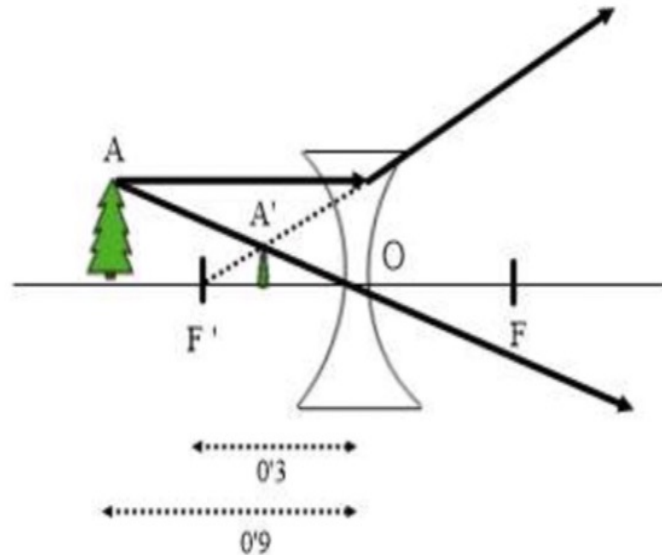


ii) El objeto debe situarse a una distancia de la lente igual al doble de la distancia focal. La imagen es real ya que los rayos son convergentes.



distancia $2F$

b) i)



ii) Ecuación de Gauss de las lentes delgadas: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-0'9} = \frac{1}{-0'3} \Rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{-0'3} - \frac{1}{0'9} = \frac{-40}{9} \Rightarrow s' = -\frac{9}{40} = -0'225 \text{ m}$$

La imagen se forma a 0'225 m de la lente en la parte donde se encuentra el objeto. El signo negativo indica que la imagen se forma delante de la lente. La imagen es virtual porque los rayos son divergentes, se cortan sus prolongaciones.

El tamaño es: $\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{y'}{0'5} = \frac{-0'225}{-0'9} \Rightarrow y' = \frac{0'5 \cdot (-0'225)}{-0'9} = 0'125 \text{ m}$

Imagen de menor tamaño y a derechas, porque se forma en el mismo lado del eje óptico.

10

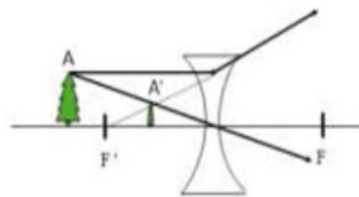
a) Determine, mediante construcción geométrica del trazado de rayos las condiciones de posición del objeto y tipo de lente para que se forme: i) Una imagen virtual y menor que el objeto. ii) Una imagen virtual y mayor que el objeto.

b) Un objeto de 0'5 m de altura se sitúa delante de una lente divergente de distancia focal 0'4 m. Si la imagen aparece a mitad de distancia entre la lente y el objeto, determine de forma razonada: i) La posición del objeto. ii) El tamaño y naturaleza de la imagen. Realice la construcción geométrica del trazado de rayos.

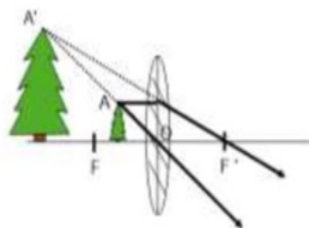
FISICA. 2020. RESERVA 2. EJERCICIO 3

RESOLUCION

a) i) Lente divergente. La posición del objeto en cualquier lugar.



ii) Lente convergente. La posición del objeto entre el foco y la lente.



b) i) Ecuación de Gauss de las lentes delgadas: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

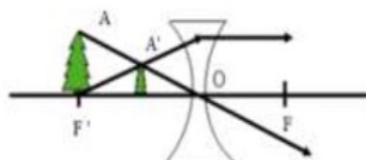
$$\frac{1}{\frac{s}{2}} - \frac{1}{s} = \frac{1}{-0'4} \Rightarrow \frac{2}{s} - \frac{1}{s} = -\frac{1}{0'4} \Rightarrow \frac{1}{s} = -\frac{1}{0'4} \Rightarrow s = -0'4 \text{ m}$$

La posición del objeto es delante de la lente a 0'4 m de la lente.

ii) La imagen es virtual y al ser la lente divergente, los rayos no se cortan. Se cortan sus prolongaciones.

$$\text{El tamaño es: } \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{y'}{0'5} = \frac{\frac{s}{2}}{s} \Rightarrow \frac{y'}{0'5} = \frac{1}{2} \Rightarrow y' = \frac{0'5}{2} = 0'25 \text{ m}$$

La imagen tiene la mitad del tamaño del objeto y está a derechas, no está invertida.



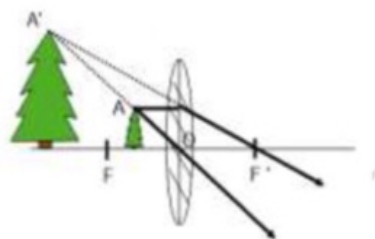
a) Responda razonadamente con ayuda de trazado de rayos: i) ¿Es posible obtener imágenes virtuales reducidas cuando colocamos un objeto delante de una lente convergente?. ii) ¿Y de una lente divergente?.

b) Situamos un objeto a 4 m de una lente y obtenemos una imagen real e invertida a 1 m de la misma. i) Realice la construcción geométrica del trazado de rayos. ii) Determine la distancia focal de la lente. ¿Es convergente o divergente?. iii) Si el objeto tiene un tamaño de 0'04 m ¿qué tamaño tendrá la imagen?.

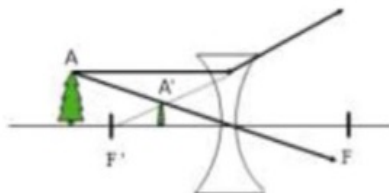
FISICA. 2020. RESERVA 3. EJERCICIO 3

R E S O L U C I O N

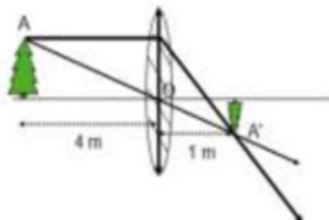
a) i) No es posible obtener imágenes reducidas virtuales de un objeto frente a una lente convergente, ya que las imágenes virtuales se producen colocando el objeto muy cerca de la lente (a menos distancia de la distancia focal). Los rayos salen divergentes y producen un aumento de tamaño en la imagen.



ii) Para una lente divergente siempre obtenemos imágenes virtuales reducidas ya que los rayos salen divergentes y se cortan más cerca de la lente y del eje óptico.



b) i) La lente es convergente porque la imagen es real. Los rayos se cortan.



ii) Ecuación de Gauss de las lentes delgadas: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

$$\frac{1}{1} - \frac{1}{-4} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{f'} = \frac{5}{4} \Rightarrow f' = \frac{4}{5} = 0'8 \text{ m distancia focal}$$

iii) El tamaño es: $\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{y'}{0'04} = \frac{1}{-4} \Rightarrow y' = \frac{0'04 \cdot 1}{-4} = -0'01 \text{ m}$

El signo negativo indica que la imagen está invertida.

12

~~12/11~~ Un espejo esférico cóncavo de 60 cm de radio de curvatura tiene situado a 80 cm frente a él y sobre su eje óptico un objeto de 5 cm de altura.

a) Describa y dibuje las trayectorias de los rayos que salen hacia el espejo desde el extremo superior del objeto, en el caso de que el rayo salga paralelo al eje óptico y en el caso de que el rayo pase por el centro de curvatura del espejo.

b) Calcule la posición y el tamaño de la imagen del objeto producida por el espejo.

A.4. a y b) Usamos el convenio de signo DIN 1335, de modo que para un espejo esférico cóncavo su radio es negativo y $R = -60$ cm, y la posición de la imagen es negativa, $s = -80$ cm. Tomamos $y = 5$ cm.

Usamos la ecuación de espejos válida en aproximación paraxial $\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$, y $f' = R/2 = -30$ cm

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{-80} = \frac{1}{-30} \Rightarrow s' = \frac{1}{-\frac{1}{30} + \frac{1}{80}} = -48 \text{ cm}$$

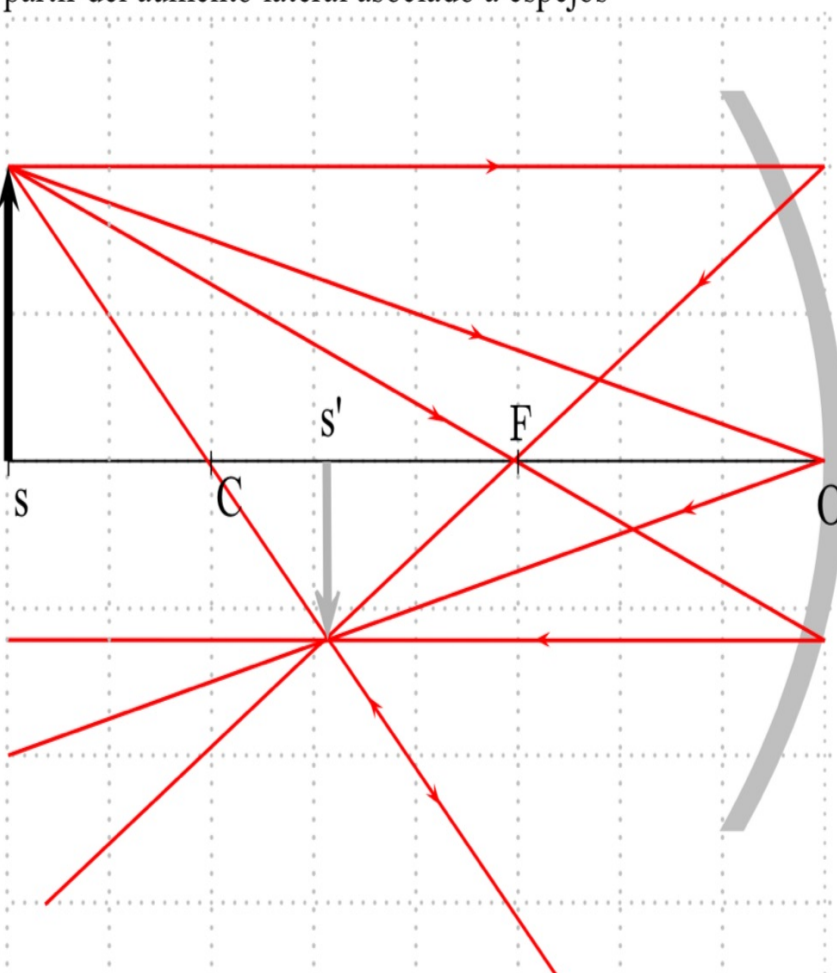
Calculamos el tamaño de la imagen a partir del aumento lateral asociado a espejos

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} = \frac{-(-48)}{-80} = -0,6$$

$$y' = A y = -0,6 \cdot 5 = -3 \text{ cm}$$

Al ser el aumento negativo la imagen es invertida.

Realizamos el trazado de rayos con tres rayos principales, aunque enunciado solo pide el rayo principal que sale del objeto paralelo al eje óptico y el rayo principal que pasa por el centro de curvatura del espejo.



13

A. Pregunta 4.- Considere un espejo esférico cóncavo con un radio de curvatura de 60 cm. Se coloca un objeto, de 10 cm de altura, 40 cm delante del espejo. Determine:

- La posición de la imagen del objeto e indique si ésta es real o virtual.
- La altura de la imagen e indique si ésta es derecha o invertida.

a) Utilizando el convenio de signos DIN 1335, $R = -60$ cm, $y = 10$ cm, $s = -40$ cm. Utilizando la ecuación para espejos y teniendo en cuenta que en espejos $f = R/2$

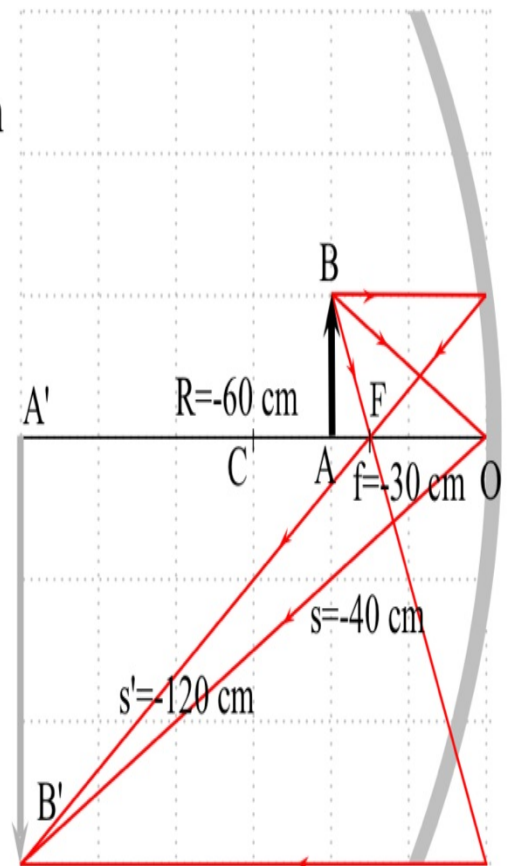
$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{s'} + \frac{1}{-40} = \frac{2}{-60} \Rightarrow s' = \frac{1}{\frac{2}{-60} - \frac{1}{-40}} = -120 \text{ cm}$$

La imagen es real, se puede ver con el trazado.

b) En los espejos

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} \Rightarrow y' = \frac{-s'}{s} y = \frac{-(-120)}{-40} \cdot 10 = -30 \text{ cm}$$

Como el aumento es negativo, la imagen es invertida.
Se incluye trazado aunque no se pide explícitamente.



A. Pregunta 4.- La imagen de un objeto reflejada por un espejo convexo de radio de curvatura 15 cm es virtual, derecha, tiene una altura de 1 cm y está situada a 5 cm del espejo.

- Determine la posición y la altura del objeto.
- Dibuje el diagrama de rayos correspondiente.

A. Pregunta 4.-

a) Los espejos convexos producen imágenes virtuales a la derecha del espejo, por lo que utilizando el convenio de signos DIN 1335, tenemos $s'=5$ cm, $y'=1$ cm, y el radio del espejo convexo será positivo.

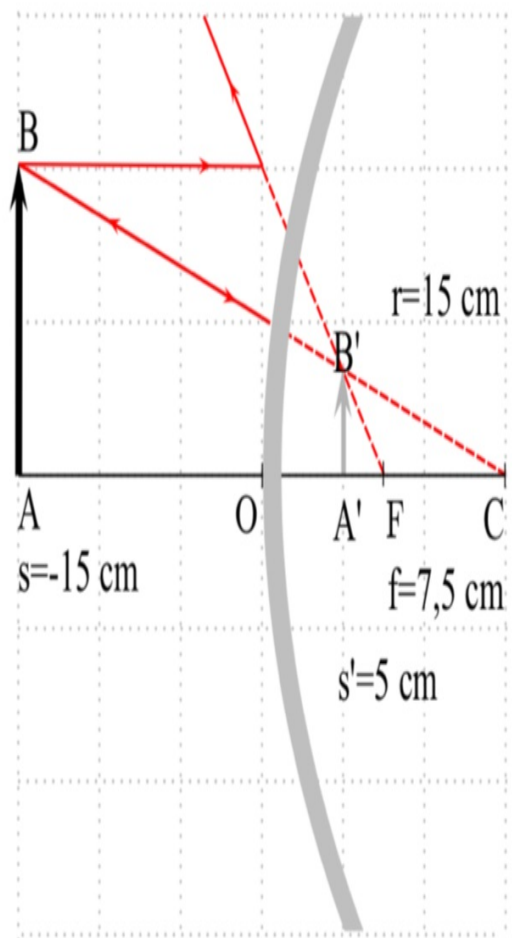
Utilizando la ecuación para espejos y sabiendo que para los espejos $f=R/2=15/2$

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{5} + \frac{1}{s} = \frac{2}{15} \Rightarrow s = \frac{1}{\frac{2}{15} - \frac{1}{5}} = -15 \text{ cm}$$

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} \Rightarrow A = \frac{-5}{-15} = \frac{1}{3}$$

$$y = \frac{y'}{A} = \frac{1}{(1/3)} = 3 \text{ cm}$$

b) Realizamos el diagrama de rayos: en el eje x cada cuadrícula equivale a 5 cm, pero el diagrama no mantiene proporción entre ejes x e y.



15

B. Pregunta 4.- Un objeto está situado a una distancia de 10 cm del vértice de un espejo cóncavo. Se forma una imagen real, invertida y tres veces mayor que el objeto.

- Calcule el radio de curvatura y la posición de la imagen.
- Construya el diagrama de rayos.

B. Pregunta 4.-

Utilizando el convenio de signos DIN 1335 $s = -10$ cm

Como la imagen es tres veces mayor $A = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} = -3$

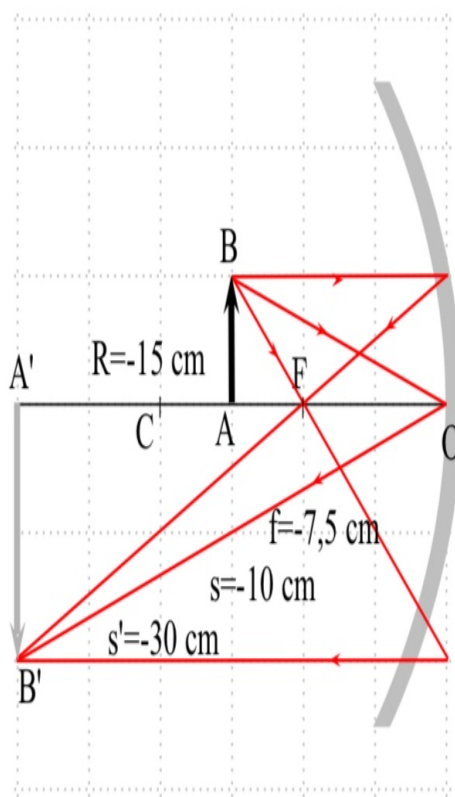
Tenemos que $s' = 3s = -30$ cm.

Sustituyendo en la ecuación del espejo

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{-30} + \frac{1}{-10} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{-1-3}{30} = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = \frac{30}{-4} = -7,5 \text{ cm}$$

$$f' = \frac{R}{2} \Rightarrow R = -15 \text{ cm}$$



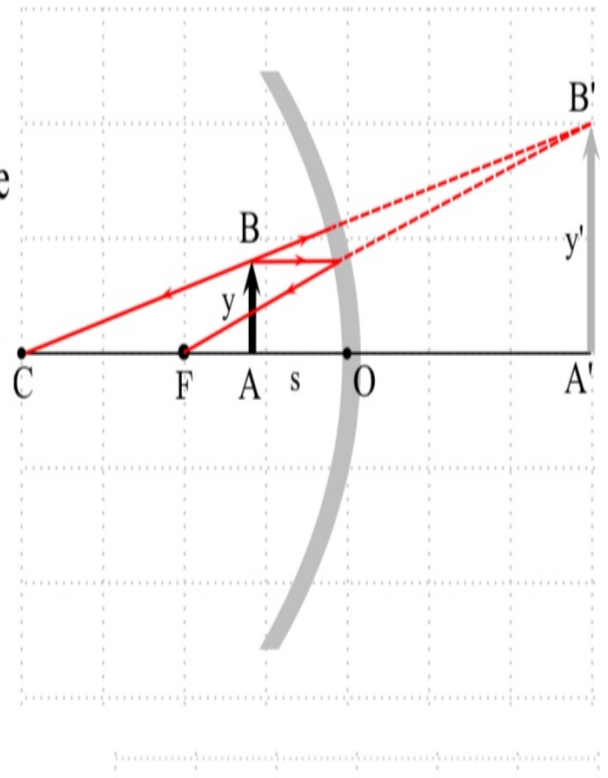
A. Pregunta 4.- a) ¿Cómo se define y dónde se encuentra el foco de un espejo cóncavo?

b) Si un objeto se coloca delante de un espejo cóncavo analice, mediante el trazado de rayos, las características de la imagen que se produce si está ubicado entre el foco y el espejo.

a) El foco [objeto] [F] de un sistema óptico es un punto tal que todos los rayos que salen de él y pasan por el sistema salen paralelos al eje óptico. “Es s para $s'=\infty$ ”. En el caso de que el sistema óptico sea un espejo cóncavo, utilizando el convenio de signos de la norma DIN 1335, el foco tiene un valor negativo, y su valor es $F=R/2$ (asumiendo la aproximación de rayos paraxiales).

b) Si el objeto está entre el foco y el espejo, podemos expresar $f=R/2 < s < 0$.

Se puede ver como la imagen que se produce es virtual, no invertida y mayor.



17

A. Pregunta 3.- Un objeto de 4 cm de altura se sitúa a 6 cm por delante de la superficie cóncava de un espejo esférico. Si la imagen obtenida tiene 10 cm de altura, es positiva y virtual:

- ¿Cuál es la distancia focal del espejo?
- Realice un diagrama de rayos del sistema descrito.

a) Utilizando el convenio de signos DIN 1335, $s = -6$ cm, imagen virtual en un espejo implica s' positiva, y positiva implica que el aumento es positivo. La posición del foco debe ser negativa.

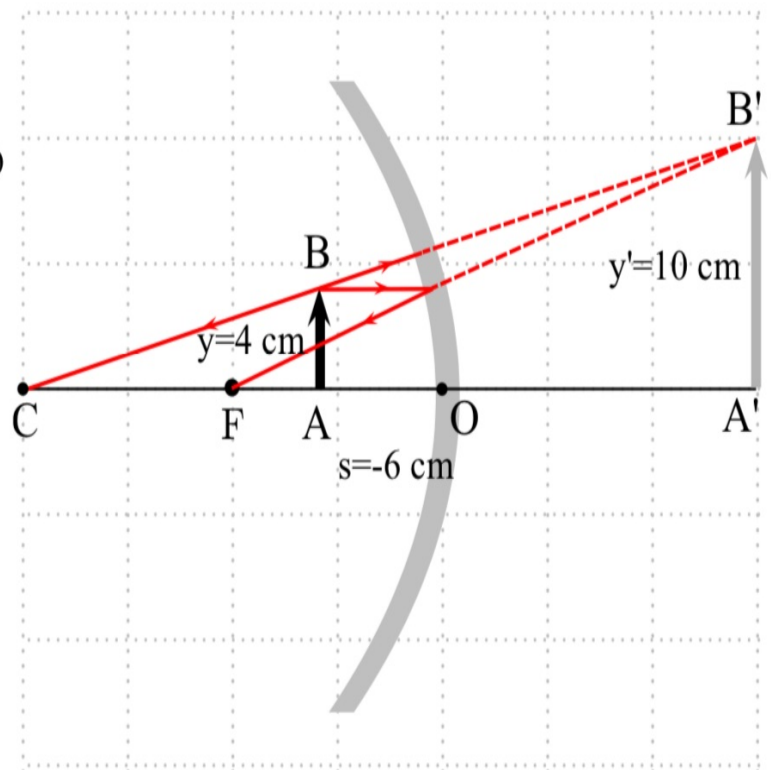
$$A = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} = \frac{10}{-6} = -1,67$$

$$s' = -A \cdot s = -(-1,67) \cdot (-6) = -10 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{-10} + \frac{1}{-6} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{-\frac{1}{10} - \frac{1}{6}} = -3,75 \text{ cm}$$

b) En el diagrama no indicamos unidades, pero cada cuadrado de la rejilla serían 5 cm, por lo que se ve la validez de los datos calculados: $OF = f = -3,75$ cm, $OA = s = -6$ cm



B. Problema 1.- Un espejo esférico cóncavo tiene un radio de 10 cm.

a) Determine la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 5 cm de altura que se encuentra frente al mismo, a la distancia de 15 cm. ¿Cómo es la imagen obtenida? Efectúe la construcción geométrica de dicha imagen.

b) Un segundo objeto de 1 cm de altura se sitúa delante del espejo, de manera que su imagen es del mismo tipo y tiene el mismo tamaño que la imagen del objeto anterior. Determine la posición que tiene el segundo objeto respecto al espejo.

a) Manejamos unidades en cm. Utilizando el convenio de signos DIN 1335, y tomando R como positivo, para un espejo cóncavo, $f = -R/2 = -5$ cm, $y = 5$ cm, $s = -15$ cm.

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow s' = \frac{1}{\frac{1}{-5} - \frac{1}{-15}} = -7,5 \text{ cm}$$

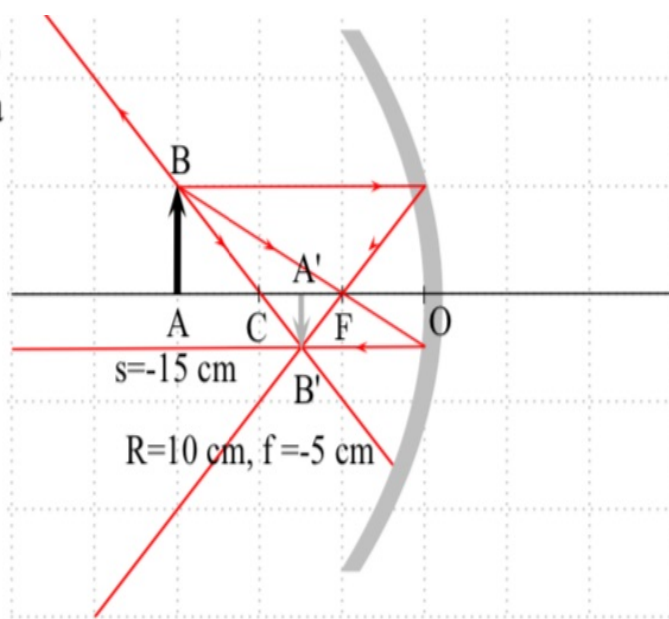
$$A = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} = \frac{-(-7,5)}{-15} = -0,5$$

$$y' = y A = 5 \cdot (-0,5) = -2,5 \text{ cm}$$

En la construcción geométrica no hay unidades en los

ejes, cada cuadrado de rejilla horizontal o vertical serían 5 cm, por lo que podemos ver la validez de los valores calculados: $OA' = s' = -7,5$ cm, $A'B' = y' = -2,5$ cm.

Se forma una imagen menor e invertida (el aumento tiene signo negativo). En el trazado de rayos se ve que la imagen es real, ya que se forma por los cruces de rayos, no por el cruce de sus prolongaciones.



b) Imagen del mismo tipo y mismo tamaño de imagen del objeto anterior (donde $y' = -2,5$ cm) implica que $y = -2,5$ cm.

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} = \frac{-(-2,5)}{1} \Rightarrow s' = 2,5 s$$

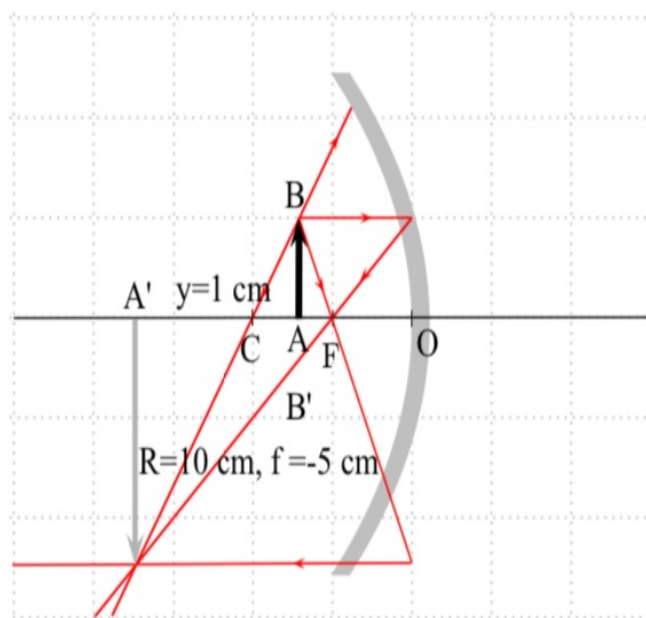
$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{2,5 s} + \frac{1}{s} = \frac{1}{-5}$$

$$\frac{1 + 2,5}{2,5 s} = \frac{-1}{5} \Rightarrow s = \frac{-3,5 \cdot 5}{2,5} = -7 \text{ cm}$$

Aunque no se pide explícitamente, calculamos la posición de la imagen y hacemos diagrama de rayos.

$$s' = 2,5 s = 2,5 \cdot (-7) = -17,5 \text{ cm}$$

En la rejilla horizontal cada cuadrado son 5 cm como antes, pero en la vertical ahora es 1 cm, para que la representación sea más clara.



B. Problema 2.- Un espejo esférico convexo proporciona una imagen virtual de un objeto que se aproxima a él con velocidad constante. El tamaño de dicha imagen es igual a $1/10$ del tamaño del objeto cuando éste se encuentra a 8 m del espejo.

a) ¿A qué distancia del espejo se forma la correspondiente imagen virtual?

b) ¿Cuál es el radio de curvatura del espejo?

c) Un segundo después, el tamaño de la imagen formada por el espejo es $1/5$ del tamaño del objeto. ¿A qué distancia del espejo se encuentra ahora el objeto?

d) ¿Cuál es la velocidad del objeto?

a) Utilizando el convenio de signos DIN 1335, al ser espejo convexo f será positivo, y s negativo, $s = -8\text{ m}$, aumento lateral $A = 1/10$ (el espejo convexo siempre forma una imagen derecha, no invertida, luego el aumento es positivo)

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} = \frac{1}{10} \Rightarrow s' = \frac{-s}{10} = \frac{-(-8)}{10} = 0,8\text{ m}$$

$$\text{b) } f = \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R} \Rightarrow R = \frac{2}{\frac{1}{0,8} + \frac{1}{-8}} = 1,78\text{ m}$$

$$A_2 = \frac{y_2'}{y_2} = \frac{-s_2'}{s_2} = \frac{1}{5} \Rightarrow s_2 = -5 s_2'$$

$$\text{c) } \frac{1}{s_2'} + \frac{1}{s_2} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{s_2'} + \frac{-1}{5 s_2'} = \frac{1}{0,89} \Rightarrow \frac{5-1}{5 \cdot 1,12} = s_2' = 0,71\text{ m}; s_2 = -5 s_2' = -3,55\text{ m}$$

d) Como se mueve a velocidad constante v aproximándose al espejo, podemos plantear con v positiva $s = s_0 + vt$ siendo $s_0 = -8\text{ m}$. Para el instante $t = 1\text{ s}$ podemos plantear que estará en una posición $s_2 = s_0 + v$ y su imagen en s_2' . Al ser MRU, $v = \Delta x / \Delta t = (-3,55 - (-8)) / 1 = 4,45\text{ m/s}$.

Otra manera más larga:

$$A_2 = \frac{y_2'}{y_2} = \frac{-s_2'}{s_2} = \frac{1}{5}$$

$$s_2' = \frac{-s_2}{5} = \frac{-(-8+v)}{5} = \frac{8-v}{5}$$

$$\frac{1}{s_2'} + \frac{1}{s_2} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{5}{8-v} + \frac{1}{-8+v} = \frac{1}{0,89}$$

$$8 - v = 4 \cdot 0,89 \Rightarrow v = 8 - 3,56 = 4,44\text{ m/s}$$

Realizamos un diagrama de trazado de rayos, aunque no se pide explícitamente, para comprobar cualitativamente los cálculos realizados. Para representar, calculamos que $f = 1,78/2 = 0,89\text{ m}$. Se ve

como al representar el espejo como convexo los rayos representados no llegan al espejo, dado que no hemos representado a escala para que sean visibles los objetos: si lo hiciéramos, el espejo sería prácticamente plano, para que fuese válida la aproximación paraxial (no se indica tamaño del objeto así que se puede tomar todo lo pequeño que se quiera).

