

Óptica geométrica.

David Matellano

Departamento de Física y Química. IES Ángel Corella. (Colmenar Viejo)

13 de marzo de 2020



Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons "Reconocimiento-NoCommercial-CompartirIgual 3.0 España"](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/).



- 1 Consideraciones previas
 - Criterio de signos
 - Parámetros ópticos
- 2 Espejos
 - El espejo plano
 - El espejo cóncavo
 - El espejo convexo
- 3 Lentes
 - Tipos de lentes
 - Lentes convergentes
 - Lentes divergentes
- 4 Aplicaciones de GeoGebra

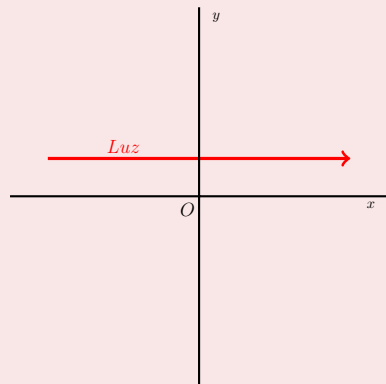
Criterio de signos

La normativa DIN

La norma DIN

- La luz se propaga de izquierda a derecha.

Figuras



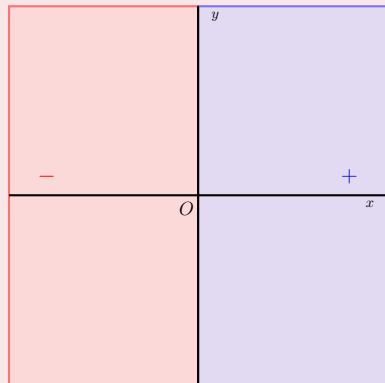
Criterio de signos

La normativa DIN

La norma DIN

- La luz se propaga de izquierda a derecha.
- Las distancias a la izquierda de O son negativas y a la derecha positivas.

Figuras



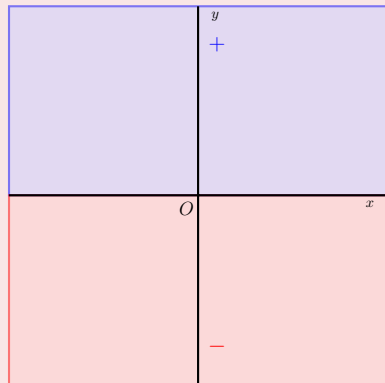
Criterio de signos

La normativa DIN

La norma DIN

- La luz se propaga de izquierda a derecha.
- Las distancias a la izquierda de O son negativas y a la derecha positivas.
- Las distancias bajo el eje OX son negativas y sobre el eje positivas.

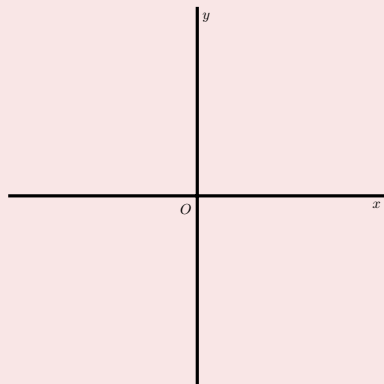
Figuras



Parámetros ópticos

- Origen del sistema óptico

figuras



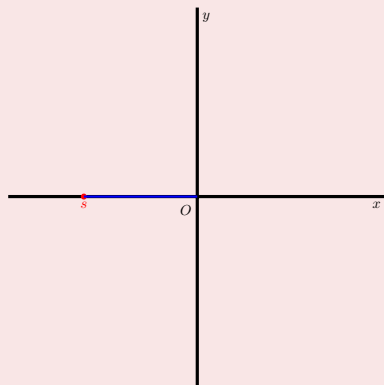
Definiciones

- Intersección de los ejes.

Parámetros ópticos

- Distancia objeto (s)

figuras



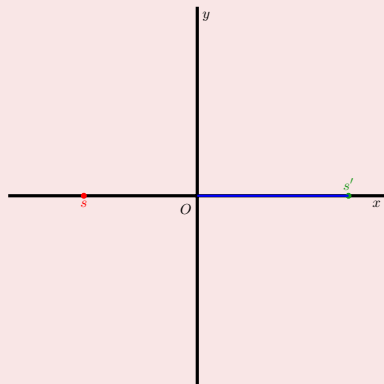
Definiciones

- $d(O, s) < 0$

Parámetros ópticos

- Distancia imagen (s')

figuras



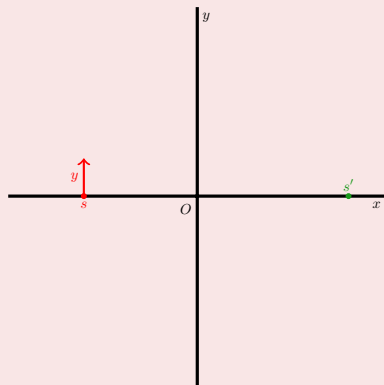
Definiciones

- $d(O, s')$

Parámetros ópticos

- Tamaño objeto (y)

figuras



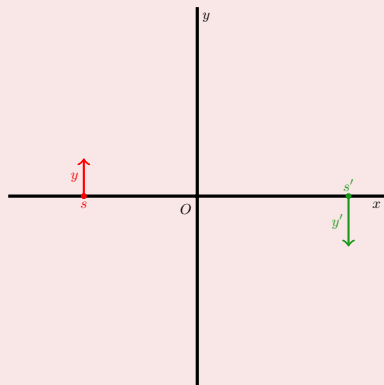
Definiciones

- Definición obvia.

Parámetros ópticos

- Tamaño imagen y'

figuras



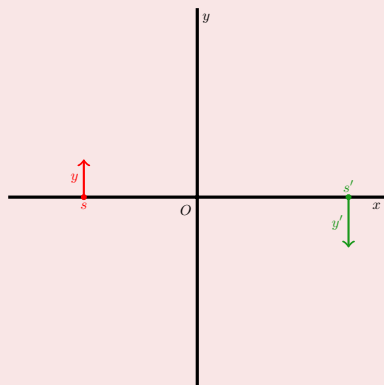
Definiciones

- Definición obvia.

Parámetros ópticos

- Aumento lateral A_l

figuras




Definiciones

- $A_l = \frac{y'}{y}$

El espejo plano

Ecuaciones y formación de imágenes


Formación de imágenes

- Las ecuaciones del espejo plano son: 

El espejo plano

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes


- Las ecuaciones del espejo plano son: 

$$\left\{ \begin{array}{l} s = -s' \\ A_l = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} = 1 \end{array} \right.$$

El espejo plano

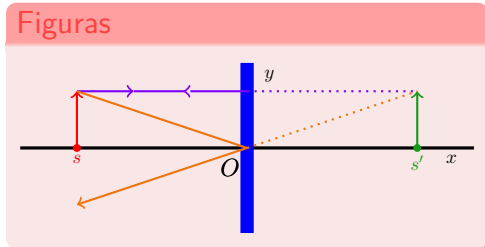
Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

- Las ecuaciones del espejo plano son: 

$$\left\{ \begin{array}{l} s = -s' \\ A_l = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} = 1 \end{array} \right.$$


- Para formar la imagen, aplicamos las leyes de la reflexión.






El espejo plano

Ecuaciones y formación de imágenes

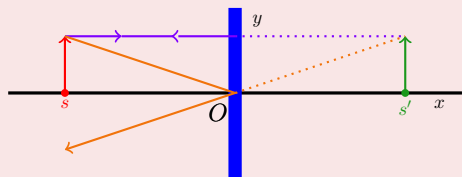
Formación de imágenes

- Las ecuaciones del espejo plano son: 

$$\left\{ \begin{array}{l} s = -s' \\ A_l = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} = 1 \end{array} \right.$$

- Para formar la imagen, aplicamos las leyes de la reflexión.
- La naturaleza de la imagen siempre es:
 -  Derecha
 -  Virtual
 -  Igual tamaño

Figuras



El espejo cóncavo

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de un espejo cóncavo:

El espejo cóncavo

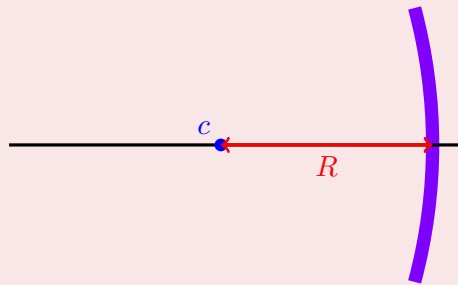
Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de un espejo cóncavo:

☞ Radio: ($R < 0$)

Figuras



El espejo cóncavo

Ecuaciones y formación de imágenes

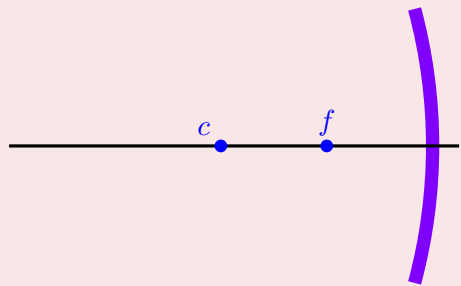
Elementos y ecuaciones

- Elementos de un espejo cóncavo:

☞ Radio: ($R < 0$)

☞ Distancia focal: $f = \frac{R}{2}$


Figuras



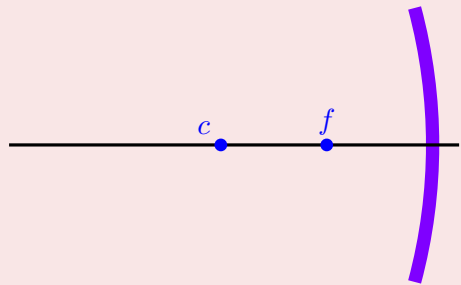
El espejo cóncavo

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de un espejo cóncavo:
 - ☞ Radio: ($R < 0$)
 - ☞ Distancia focal: $f = \frac{R}{2}$
- Las ecuaciones del espejo cóncavo son: 

Figuras



El espejo cóncavo

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de un espejo cóncavo:

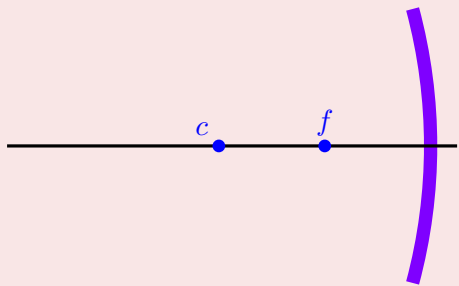
☞ Radio: ($R < 0$)

☞ Distancia focal: $f = \frac{R}{2}$

- Las ecuaciones del espejo cóncavo son: ☞

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \\ A_l = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \end{array} \right.$$

Figuras



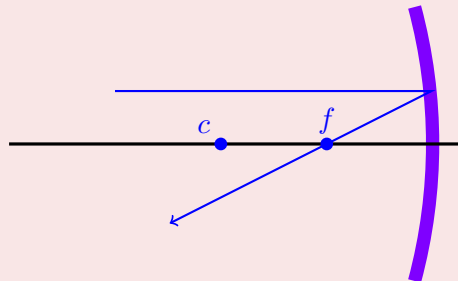
El espejo cóncavo

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

☞ Rayo paralelo al eje \Rightarrow se refleja por f .

Figuras



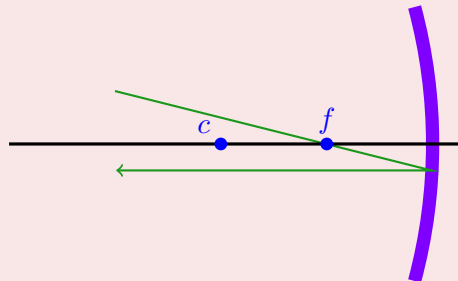
El espejo cóncavo

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

- ➡ Rayo paralelo al eje \Rightarrow se refleja por f .
- ➡ Rayo que pasa por f \Rightarrow se refleja paralelo al eje.

Figuras



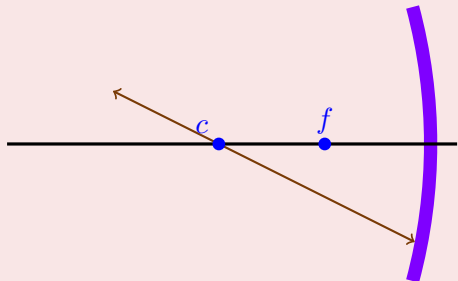
El espejo cóncavo

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

- ➡ Rayo paralelo al eje \Rightarrow se refleja por f .
- ➡ Rayo que pasa por f \Rightarrow se refleja paralelo al eje.
- ➡ Rayo que pasa por c \Rightarrow se refleja por c .

Figuras



El espejo cóncavo

Naturaleza de la imagen obtenida

Posición del objeto


- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto al espejo:

El espejo cóncavo




Naturaleza de la imagen obtenida

Posición del objeto

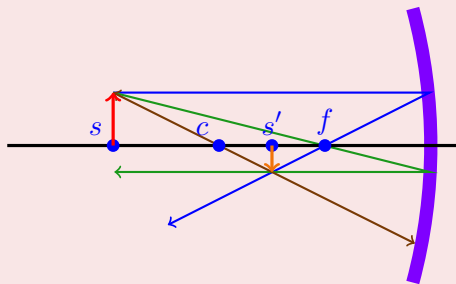
- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto al espejo:

 $s < c$

Naturaleza de la imagen

- | | |
|---|--|
| { |  Invertida |
| |  real |
| |  Menor tamaño |

Figuras




El espejo cóncavo




Naturaleza de la imagen obtenida

Posición del objeto

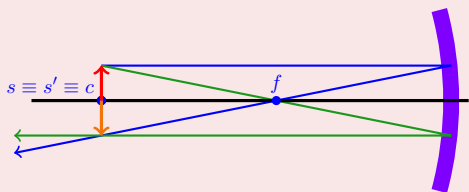
- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto al espejo:

 $s = c$

Naturaleza de la imagen

- | | |
|---|--|
| { |  Invertida |
| |  real |
| |  Igual tamaño |

Figuras




El espejo cóncavo




Naturaleza de la imagen obtenida

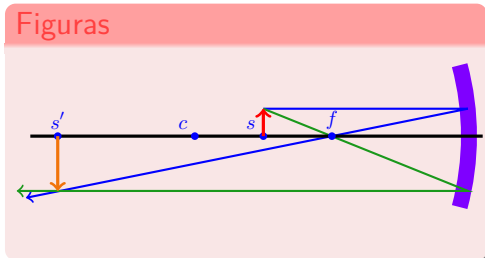
Posición del objeto

- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto al espejo:

 $c < s < f$

Naturaleza de la imagen

- | | |
|---|--|
| { |  Invertida |
| |  real |
| |  Mayor tamaño |




El espejo cóncavo

Naturaleza de la imagen obtenida

Posición del objeto

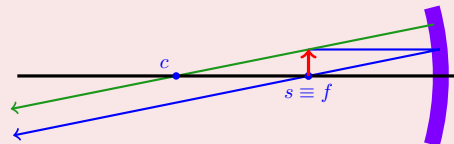
- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto al espejo:

 $s = f$

Naturaleza de la imagen

- La imagen se forma en el infinito.

Figuras



El espejo cóncavo




Naturaleza de la imagen obtenida

Posición del objeto

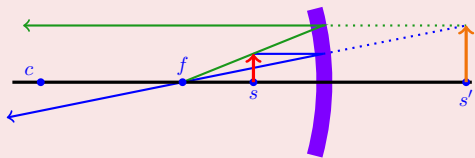
- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto al espejo:

 $f < s < 0$

Naturaleza de la imagen

- | | |
|---|--|
| { |  Derecha |
| |  virtual |
| |  Mayor tamaño |

Figuras



Elementos y ecuaciones

- Elementos de un espejo convexo:

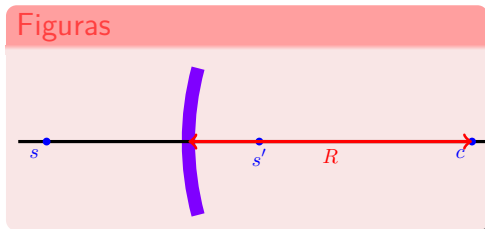
El espejo convexo

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de un espejo convexo:

☞ Radio: ($R > 0$)



El espejo convexo

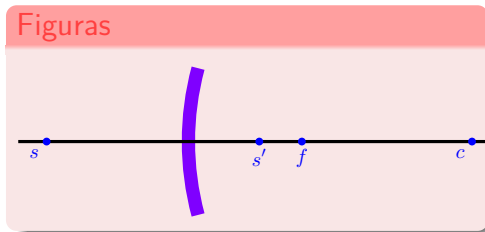
Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de un espejo convexo:

☞ Radio: ($R > 0$)

☞ Distancia focal: $f = \frac{R}{2}$



El espejo convexo

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

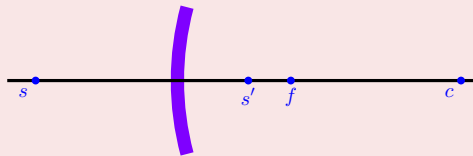
- Elementos de un espejo convexo:

☞ Radio: ($R > 0$)

☞ Distancia focal: $f = \frac{R}{2}$

- Las ecuaciones del espejo convexo son: ☞

Figuras



El espejo convexo

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de un espejo convexo:

☞ Radio: ($R > 0$)

☞ Distancia focal: $f = \frac{R}{2}$

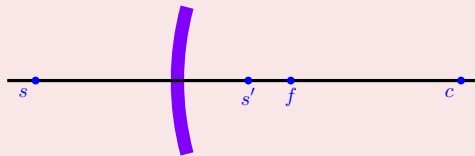
- Las ecuaciones del espejo convexo son: ☞

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \\ A_l = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \end{array} \right.$$



Las ecuaciones son las mismas que en el espejo cóncavo. No así el signo de f .

Figuras



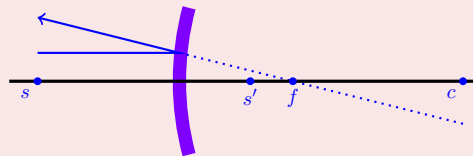
El espejo convexo

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

- Rayo paralelo al eje \Rightarrow se refleja y su proyección pasa por f .

Figuras



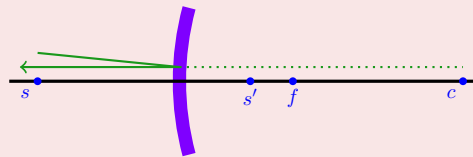
El espejo convexo

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

- ➡ Rayo paralelo al eje \Rightarrow se refleja y su proyección pasa por f .
- ➡ Rayo que apunta hacia f \Rightarrow se refleja paralelo al eje.

Figuras



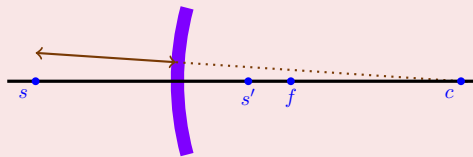
El espejo convexo

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

- ➡ Rayo paralelo al eje \Rightarrow se refleja y su proyección pasa por f .
- ➡ Rayo que apunta hacia f \Rightarrow se refleja paralelo al eje.
- ➡ Rayo apunta a c \Rightarrow se refleja sobre sí mismo.

Figuras



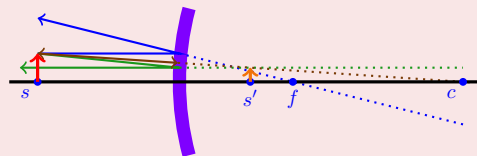
El espejo convexo

Ecuaciones y formación de imágenes


Naturaleza de la imagen

- La imagen formada **siempre** es:
 - ☞ Derecha
 - ☞ virtual
 - ☞ Menor tamaño

Figuras



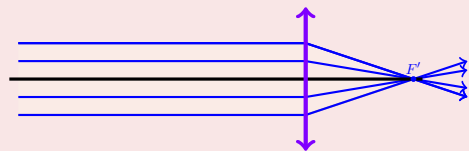
Definición de lente

-  Dispositivo óptico transparente formado por dos dioptrios en el que al menos uno de ellos no es plano.

Tipos de lentes

- Convergentes: Más gruesas en el centro \Rightarrow hacen converger un haz de rayos paralelos.

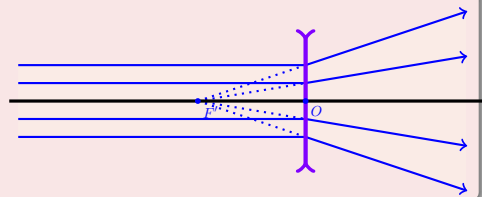
Figuras



Tipos de lentes

- Divergentes: Más delgadas en el centro \Rightarrow hacen diverger un haz de rayos paralelos

Figuras



Lentes

Tipos de lentes

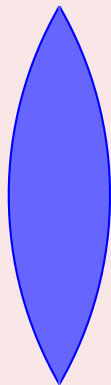
Tipos de lentes convergentes

- Lente biconvexa

Características

- Lente formada por dos dioptrios convexos.

Figuras



Lentes

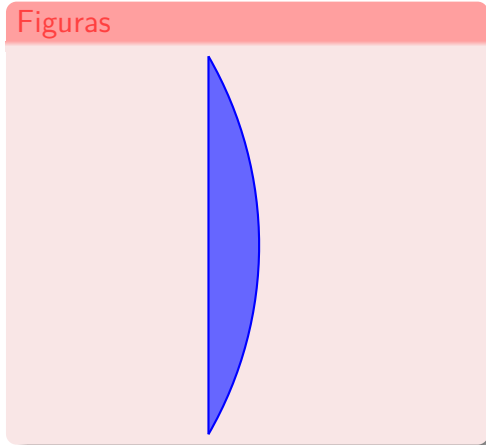
Tipos de lentes

Tipos de lentes convergentes

- Lente plano-convexa

Características

- Lente formada por un dioptrio plano y uno convexo.



Lentes

Tipos de lentes

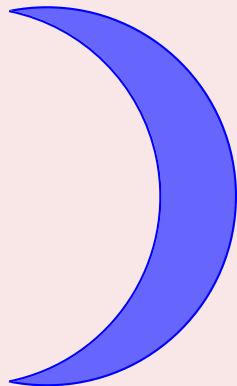
Tipos de lentes convergentes

- Menisco convergente

Características

- Lente formada por un dioptrio cóncavo y uno convexo.

Figuras



Lentes

Tipos de lentes

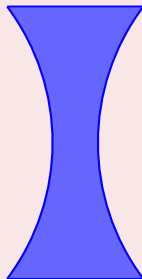
Tipos de lentes divergentes

- Lente bicóncava

Características

- Lente formada por dos dioptrios cóncavos.

Figuras



Lentes

Tipos de lentes

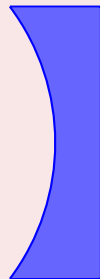
Tipos de lentes divergentes

- Lente plano-cóncava

Características

- Lente formada por un dioptrio plano y uno cóncavo.

Figuras



Lentes

Tipos de lentes

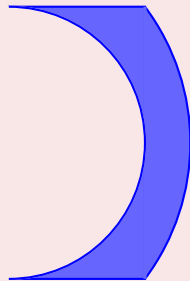
Tipos de lentes divergentes

- Menisco convergente

Características

- Lente formada por un dioptrio cóncavo y uno cóncavo.

Figuras



Lentes convergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente convergente:

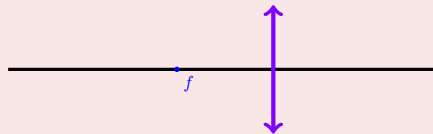
Lentes convergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente convergente:
 - ☞ Distancia focal objeto: $f < 0$

Figuras



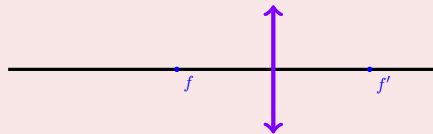
Lentes convergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente convergente:
 - ☞ Distancia focal objeto: $f < 0$
 - ☞ Distancia focal imagen : $f' = -f$

Figuras



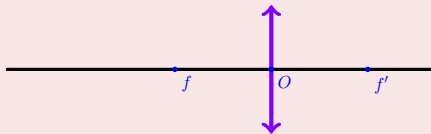
Lentes convergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente convergente:
 - ☞ Distancia focal objeto: $f < 0$
 - ☞ Distancia focal imagen : $f' = -f$
 - ☞ Centro óptico del sistema : O


Figuras



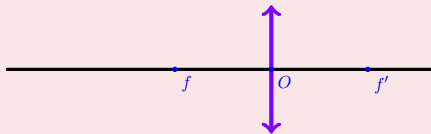
Lentes convergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente convergente:
 - ☞ Distancia focal objeto: $f < 0$
 - ☞ Distancia focal imagen : $f' = -f$
 - ☞ Centro óptico del sistema : O
- Las ecuaciones de la lente convergente son: 

Figuras




Lentes convergentes

Ecuaiones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

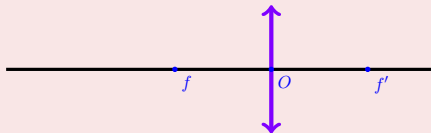
- Elementos de una lente convergente:

- ☞ Distancia focal objeto: $f < 0$
- ☞ Distancia focal imagen : $f' = -f$
- ☞ Centro óptico del sistema : O

- Las ecuaciones de la lente convergente son: 

- ☞
$$\begin{cases} \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \\ A_l = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \\ \frac{1}{f'} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \end{cases}$$

Figuras



Potencia de una lente

- La potencia de una lente es: $P = \frac{1}{f'}$ (f' en metros)
- Se mide en dioptrías

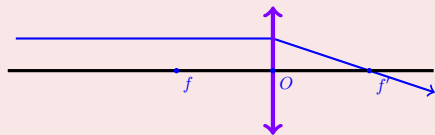
Lentes convergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

☞ Rayo paralelo al eje \Rightarrow pasa por f' .

Figuras



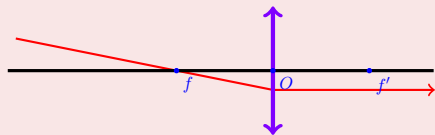
Lentes convergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

☞ Rayo que pasa por f \Rightarrow sale paralelo al eje.

Figuras



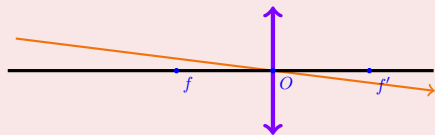
Lentes convergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

☞ Rayo que pasa por O \Rightarrow no se desvía.

Figuras



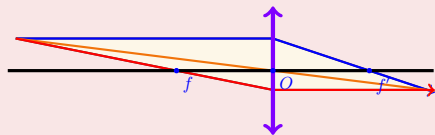
Lentes convergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

- ☞ Rayo paralelo al eje \Rightarrow pasa por f' .
- ☞ Rayo que pasa por f \Rightarrow sale paralelo al eje.
- ☞ Rayo que pasa por O \Rightarrow no se desvía.

Figuras



La lente convergente

Naturaleza de la imagen obtenida

Posición del objeto


- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto a la lente:

La lente convergente




Naturaleza de la imagen obtenida

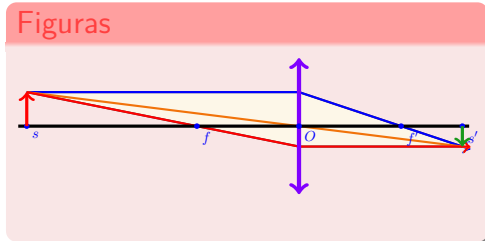
Posición del objeto

- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto a la lente:

 $s < 2f$

Naturaleza de la imagen

- | | |
|---|--|
| { |  Invertida |
| |  real |
| |  Menor tamaño |




La lente convergente




Naturaleza de la imagen obtenida

Posición del objeto

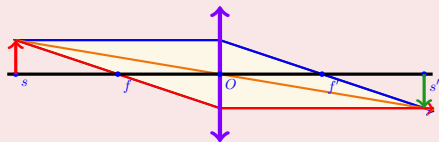
- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto a la lente:

 $s = 2f$

Naturaleza de la imagen

- | | |
|---|--|
| { |  Invertida |
| |  real |
| |  Igual tamaño |

Figuras




La lente convergente




Naturaleza de la imagen obtenida

Posición del objeto

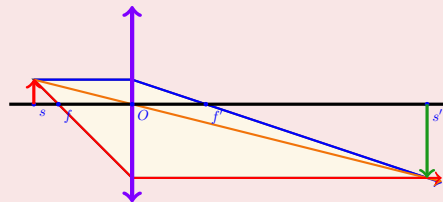
- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto a la lente:

 $2f < s < f$

Naturaleza de la imagen

- | | |
|---|--|
| { |  Invertida |
| |  real |
| |  Mayor tamaño |

Figuras




La lente convergente

Naturaleza de la imagen obtenida

Posición del objeto

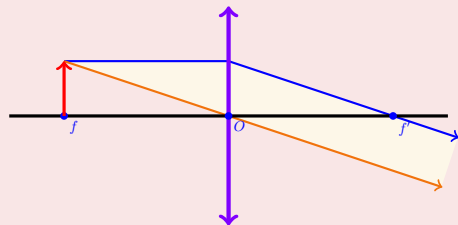
- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto a la lente:

 $s = f$

Naturaleza de la imagen

- La imagen se forma en el infinito.

Figuras



La lente convergente




Naturaleza de la imagen obtenida

Posición del objeto

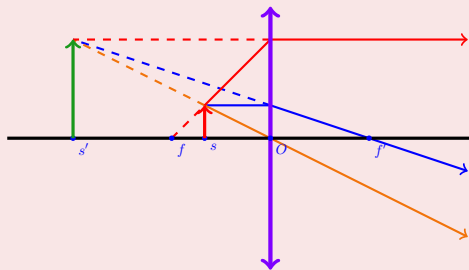
- La naturaleza de la imagen varía al acercar el objeto a la lente:

 $f < s < 0$

Naturaleza de la imagen

- | | |
|---|--|
| { |  Derecha |
| |  virtual |
| |  Mayor tamaño |

Figuras



Lentes divergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente divergente:

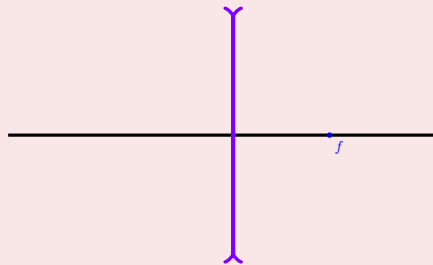
Lentes divergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente divergente:
 - ☞ Distancia focal objeto: $f > 0$

Figuras



Lentes divergentes

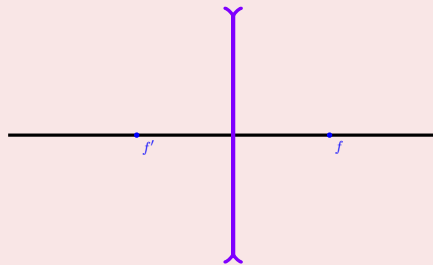
Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente divergente:

- ☞ Distancia focal objeto: $f > 0$
- ☞ Distancia focal imagen : $f' = -f$

Figuras



Lentes divergentes

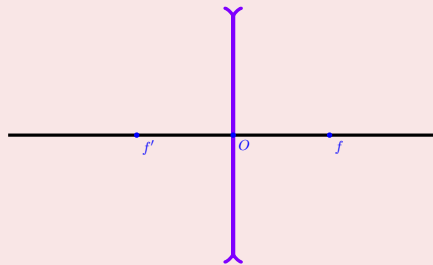
Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente divergente:

- ☞ Distancia focal objeto: $f > 0$
- ☞ Distancia focal imagen : $f' = -f$
- ☞ Centro óptico del sistema : O

Figuras



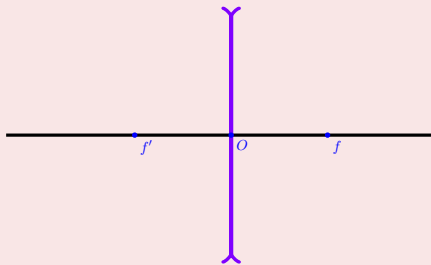
Lentes divergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente divergente:
 - ☞ Distancia focal objeto: $f > 0$
 - ☞ Distancia focal imagen : $f' = -f$
 - ☞ Centro óptico del sistema : O
- Las ecuaciones de la lente divergente son: ↗

Figuras



Lentes divergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

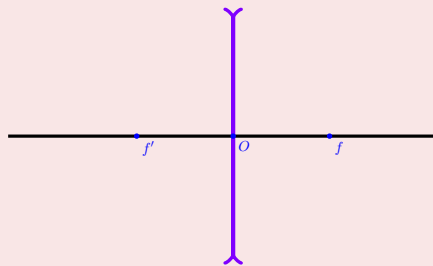
- Elementos de una lente divergente:

- ☞ Distancia focal objeto: $f > 0$
- ☞ Distancia focal imagen : $f' = -f$
- ☞ Centro óptico del sistema : O

- Las ecuaciones de la lente divergente son: ☞

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \\ A_l = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \\ \frac{1}{f'} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \end{array} \right.$$

Figuras



Lentes divergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Elementos y ecuaciones

- Elementos de una lente divergente:

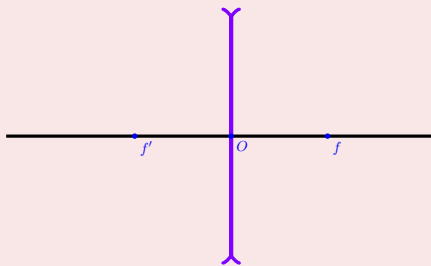
- ☞ Distancia focal objeto: $f > 0$
- ☞ Distancia focal imagen : $f' = -f$
- ☞ Centro óptico del sistema : O

- Las ecuaciones de la lente divergente son: ☞

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \\ A_l = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \\ \frac{1}{f'} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \end{array} \right.$$

- ✓ Son las mismas que las de las lentes convergentes.

Figuras

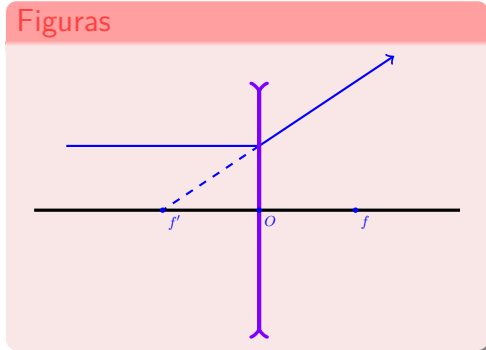


Lentes divergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

- Rayo paralelo al eje \Rightarrow su proyección pasa por f' .



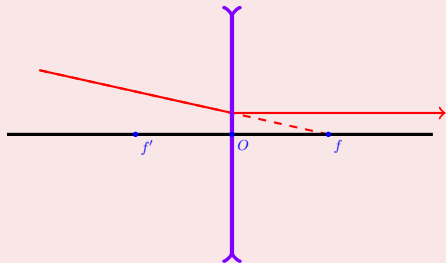
Lentes divergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

- Rayo que apunta hacia f \Rightarrow sale paralelo al eje.

Figuras



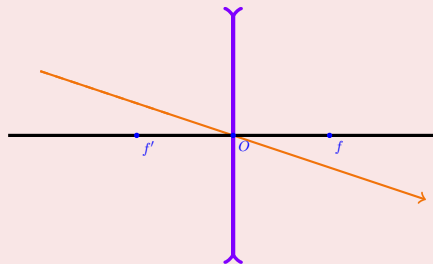
Lentes divergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

☞ Rayo que pasa por $O \Rightarrow$ no se desvía.

Figuras



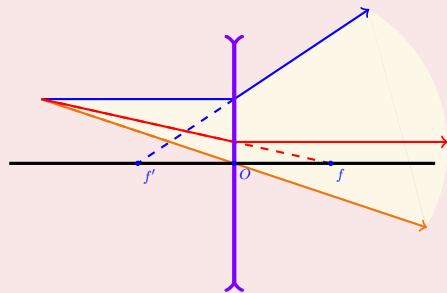
Lentes divergentes

Ecuaciones y formación de imágenes

Formación de imágenes

- ➡ Rayo paralelo al eje \Rightarrow su proyección pasa por f' .
- ➡ Rayo que apunta hacia f \Rightarrow sale paralelo al eje.
- ➡ Rayo que pasa por O \Rightarrow no se desvía.

Figuras

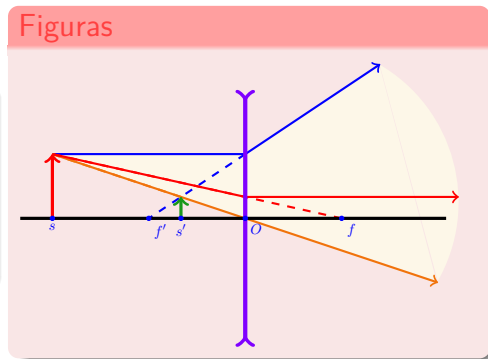


Lentes divergentes

Ecuaciones y formación de imágenes


Naturaleza de la imagen

- La imagen formada **siempre** es:
 - ☞ Derecha
 - ☞ virtual
 - ☞ Menor tamaño







Aplicaciones en <https://www.geogebra.org/>

- Tengo publicadas las aplicaciones de GeoGebra de óptica en el siguiente enlace:

 Tema 6: Óptica con GeoGebra: ⇒ <https://www.geogebra.org/m/XYFgQ3Er#chapter/66153>

 Cuyas aplicaciones de este tema son:

-  El espejo cóncavo: ⇒ <https://www.geogebra.org/m/XYFgQ3Er#material/AJxqsBr9>
-  El espejo convexo: ⇒ <https://www.geogebra.org/m/XYFgQ3Er#material/U2grgk9q>
-  Lente delgada: ⇒ <https://www.geogebra.org/m/XYFgQ3Er#material/DXfAprGN>
-  Lentes centradas: ⇒ <https://www.geogebra.org/m/XYFgQ3Er#material/S23Kf563>