

Óptica

Resumen fórmulas

- $c \approx 3 \cdot 10^8 \left(\frac{m}{s} \right)$
 - $v = \frac{c}{n} = \lambda \cdot f$
 - Ley de Snell: $n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$
 - Ecuación de Descartes / fabricante de lentes:
$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} = p = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$
 - Aumento transversal: $M_T = \frac{h'}{h} = \frac{s'}{s}$
 - Aumento angular: $\Gamma = -\frac{f_{obj}}{f_{ocu}}$
-

- Óptica por reflexión \implies Espejos
- Óptica por refracción \implies Lentes (solo delgadas)

Conceptos básicos

- **Objeto:** fuente de rayos de luz.
- **Imagen:** imagen formada por el objeto a través de una lente
 - **Real:** se puede registrar sobre una pantalla (ej. imagen por un proyector).
 - **Virtual:** no se registra en una pantalla (ej. un espejo, un móvil).
- **Eje óptico:** línea imaginaria que une *objeto* y *lente*.

Lentes primas

- Prisma: objeto que refracta, refleja, y descompone la luz en colores.
- Aplicación de Ley de Snell: al pasar la luz del aire a la prisma, su *velocidad* disminuye, su *trayectoria* se desvía, y forma un ángulo con respecto a la *interfase*.

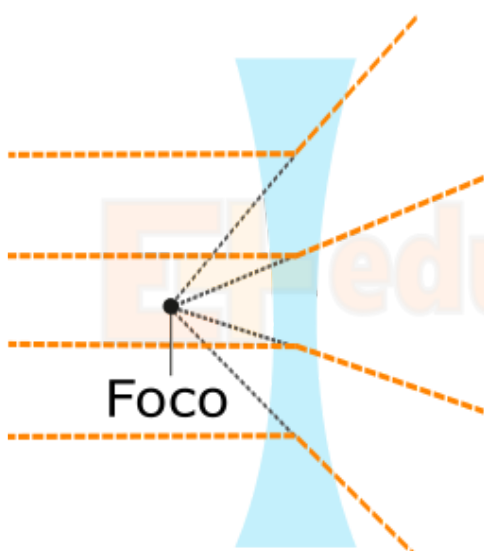
TIPOS

- *Reflectantes*: solo reflejan luz. **Ejemplos**: prismáticos, monoculares, etc.
- *Dispersivos*: descomponen la luz en el espectro arcoíris.
- *Polarizadores*: separan cada haz de luz en componentes de diferente polarización.

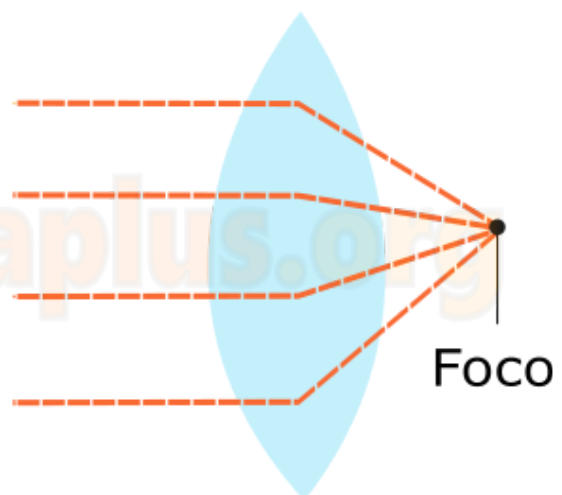
Distancia focal

- **Distancia focal objeto (f)**: distancia del objeto a la lente.
- **Distancia focal imagen (f')**: distancia de la imagen al lente.
- La *distancia focal de una lente* es la *distancia focal imagen* de la lente.
- **Tipos de lentes**:
 - *Convergentes (biconvexa)*: son *menos espesas* desde el centro a los bordes.
 - *Divergentes (bicóncava)*: son *más espesas* desde el centro hacia los bordes.
- Estas tienen **signo**:
 - Lente convergente: $f' > 0$.
 - Lente divergente: $f' < 0$.

Lente divergente



Lente convergente



Ecuación de Descartes

- Una aproximación a la imagen formada por una lente para prismas.
- Las distancias entre el objeto y la imagen a la lente se pueden considerar positivas (d^+) o negativas (d^-) según el criterio de signos.

Criterio DIN

Norma utilizada para la resolución de problemas. A la hora de resolver un problema, es importante especificar que se está utilizando este criterio. Al hacerlo, se asume lo siguiente:

- Se usan ejes de coordenadas.
- La lente estará en el eje y y centrada en el eje x .
- La luz va desde la izquierda a la derecha.
- Para lentes *convergentes*, la *imagen foco* está a la derecha de la lente, y el *objeto foco*, a la izquierda. Para lentes *divergentes*, el criterio es al revés.
- El objeto y la imagen se representan con *líneas perpendiculares* al eje óptico.
- Las coordenadas del objeto serán (s, y) .
- Las coordenadas de la imagen serán (s', y') .

Para el criterio DIN, la **ecuación de Descartes** es la siguiente:

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

$$\frac{1}{f'} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Ecuación del fabricante de lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$M_T = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

Donde M_T es el aumento transversal (como de grande o pequeña se hace una imagen).

Otra forma de plantear esta ecuación es la siguiente:

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

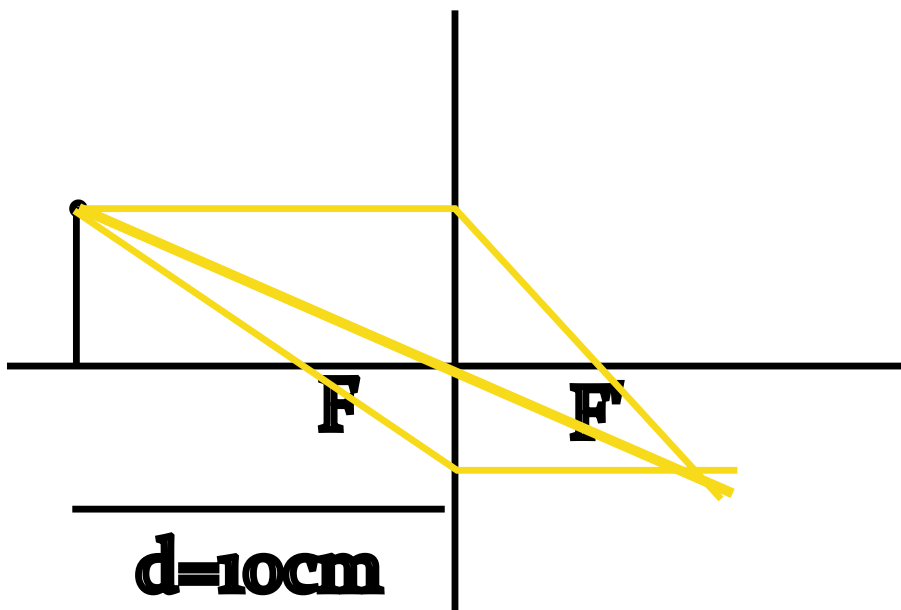
Relación de tamaño

$$M_T = \frac{h'}{h} = \frac{s'}{s}$$

- $M_T < 0 \implies$ imagen invertida.
- $|M_T| < 1 \implies$ imagen reducida.

Determinación de la imagen Gráficamente

- **Rayo paralelo al eje óptico:** pasa por el foco imagen.
- **Rayo que pasa por el vértice:** no fluctúa.
- **Rayo que pasa por el foco objeto:** sale paralelo al eje óptico.
- **Intersección de los rayos:** imagen.



Características de la imagen

- **Imagen real:** $s' > 0$
- **Imagen invertida:** imagen bajo el eje óptico.
- **Imagen reducida:** $|\frac{h'}{h}| < 1$.

Determinación de la imagen analíticamente

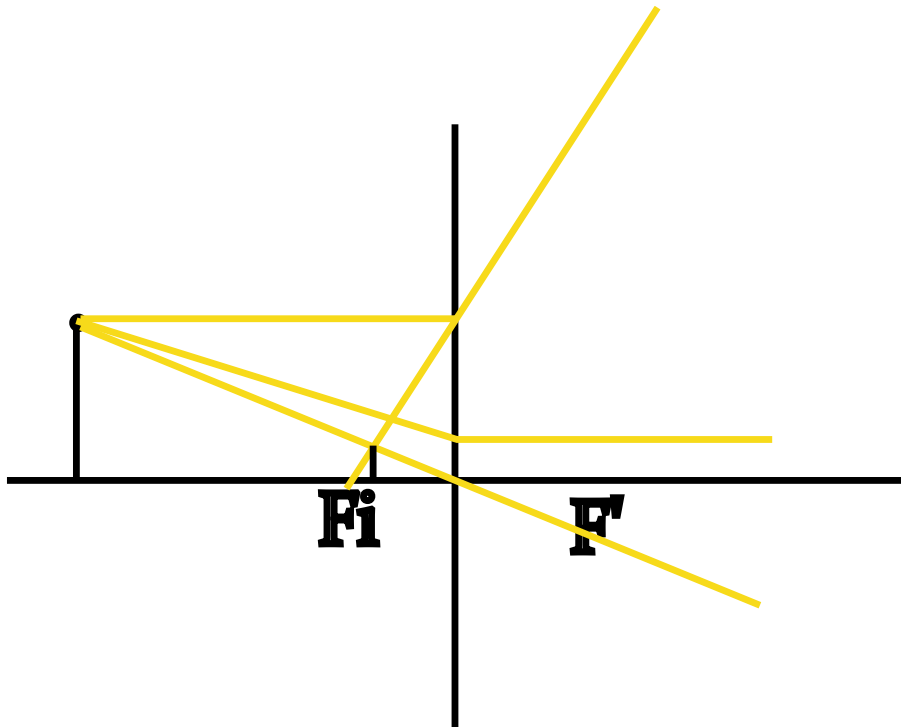
- $s = -10(cm)$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-10} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{3} + \frac{1}{-10} \implies s' = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{-10} \right)^{-1} = 4.28 (cm)$$

Determinar gráficamente la imagen de un objeto situado a $10(cm)$ de una lente divergente de distancia focal $3(cm)$.

- Lente divergente $\implies F_i < 0 \implies$ imagen virtual.
- Imagen sobre el eje óptico \implies imagen derecha.
- Imagen reducida.



Analíticamente

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-10} = \frac{1}{-3} \implies s' = \left(\frac{1}{-3} + \frac{1}{-10} \right)^{-1} = -2.3 (cm)$$

- $s' < 0 \implies$ imagen virtual.

- $\frac{s'}{s} > 0 \implies$ imagen derecha.
- $\frac{s'}{s} < 1 \implies$ imagen reducida.

Resumen

Resolución analítica

- s : objeto a la lente.
- s' : imagen a la lente.
- F_i : foco imagen

$$F_i \begin{cases} < 0 \implies \text{imagen virtual} \\ > 0 \implies \text{imagen real} \end{cases}$$

- F_o : foco objeto

$$s' \begin{cases} < 0 \implies \text{imagen virtual} \\ > 0 \implies \text{imagen real} \end{cases}$$

$$\frac{s'}{s} \begin{cases} > 0 \implies \text{imagen derecha} \\ < 0 \implies \text{imagen invertida} \end{cases}$$

$$\left| \frac{s'}{s} \right| \begin{cases} < 1 \implies \text{imagen reducida} \\ > 1 \implies \text{imagen ampliada} \end{cases}$$

- f' : distancia focal.
- r_1 : radio de la cara a la izquierda.
- r_2 : radio de la cara a la derecha.

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

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$M_T = \frac{h'}{h} = \frac{s'}{s}$$

Resolución gráfica

- **Rayo paralelo al eje óptico:** pasa por el foco imagen.
- **Rayo que pasa por el vértice:** no fluctúa.
- **Rayo que pasa por el foco objeto:** sale paralelo al eje óptico.
- **Intersección de los rayos:** imagen.

Ojo

- **Cristalino:** lente convergente.
- **Retina:** pantalla.
- **Pupila:** entrada de luz.
- **Patologías:**
 - **Miopía** (no ver de lejos): corrección con lente divergente.
 - **Hipermetropía** (no ver de cerca): corrección con lente convergente.
 - **Astigmatismo**
 - **Presbicia**
- La distancia mínima hasta la cual el ojo puede enfocar algo pequeño se llama **distancia punto próximo** $\implies X_p = 25cm$

Instrumentos ópticos

- **Lupa**
 - Lente convergente de distancia focal **corta**.
 - Se coloca entre el foco objeto y cerca del ojo.
 - Provoca un **aumento angular**:
 - Ángulo con ojo desnudo: $\tan \alpha = \frac{h}{X_p}$
 - Ángulo aumentado con lupa: $\tan \alpha' = \frac{h}{f'}$
 - Aumento angular: $\nabla \alpha = \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha} = \frac{\frac{h}{f'}}{\frac{h}{X_p}} = \frac{X_p}{f'} = \frac{25}{f'}$
- **Cámara de fuelle (fotos)**
- **Telescopio de Galileo**
 - Lente convergente + lente divergente

- La lente divergente es la más cercana al ojo \implies conocida como **ocular**.
- La lente convergente
- Foco imagen de l. convergente = Foco objeto de l. divergente