

# 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:  $\Gamma = -\frac{f_{obj}}{f_{ocu}}$
  - Unidad angström:  $1 \text{ \AA} = 10^{-10} (m)$
- 

- 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*.

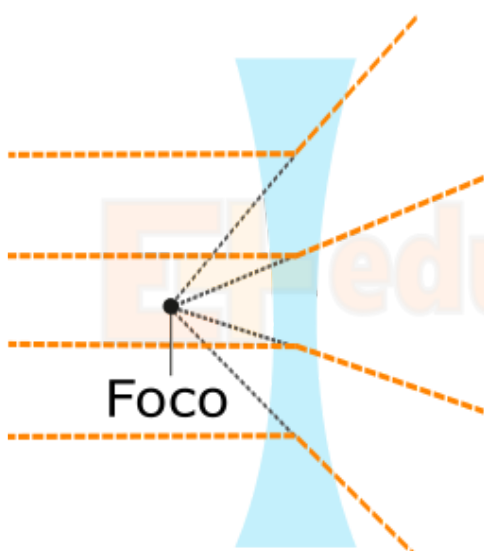
## TIPOS

- *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.

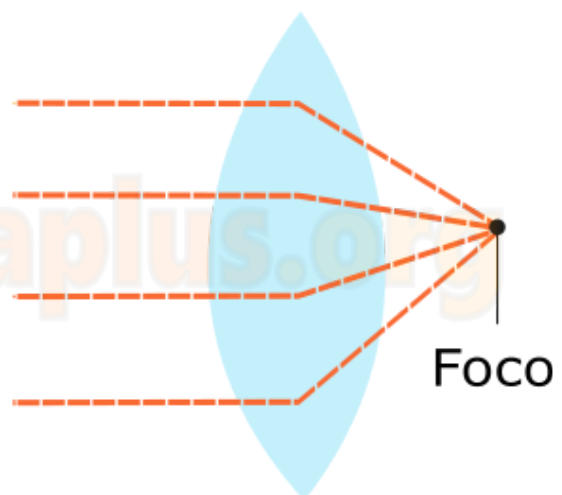
## Distancia focal

- **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:

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

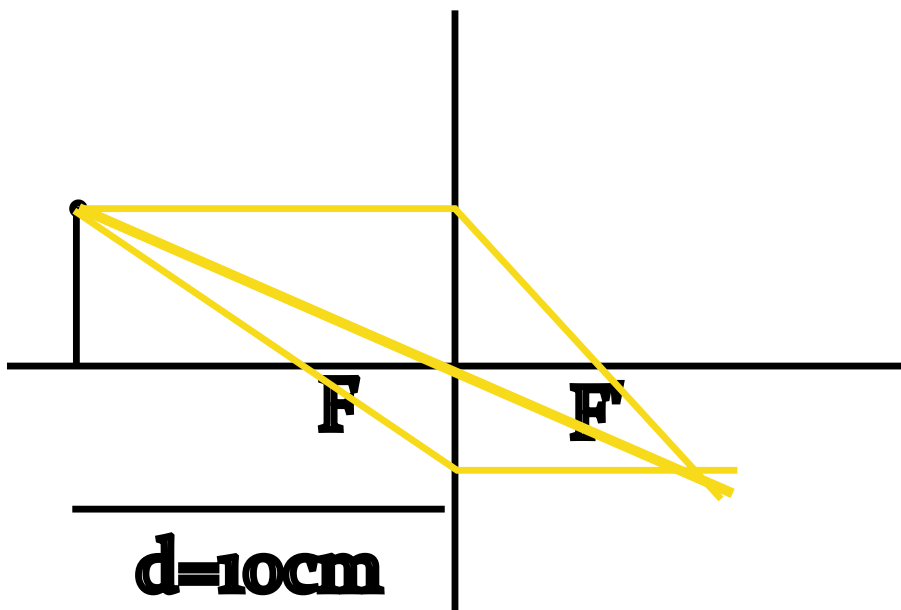
Relación de tamaño

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

- $M_T < 0 \implies$  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

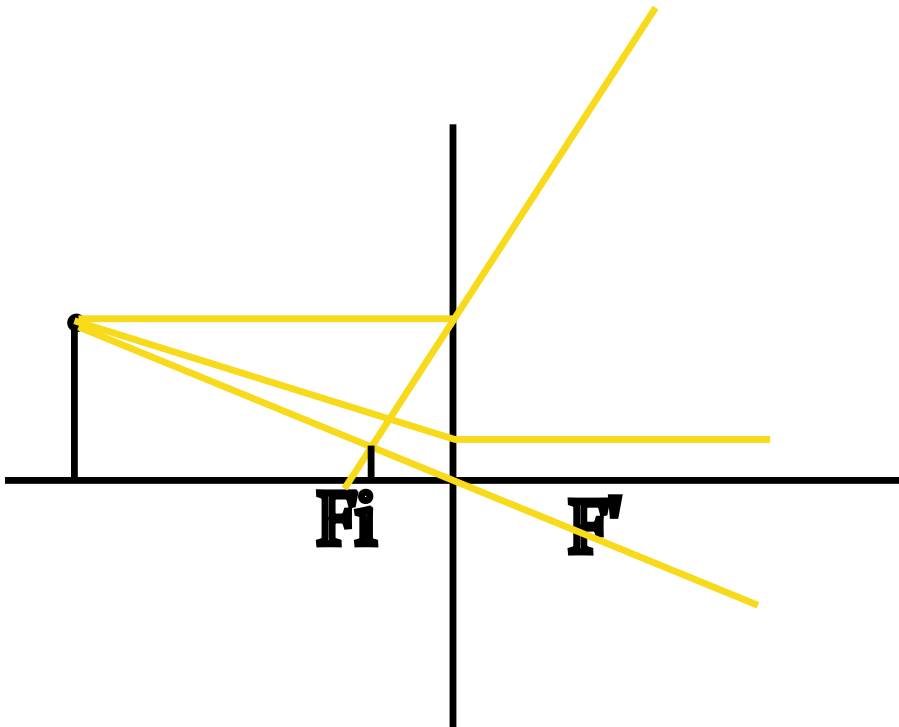
- $s = -10(cm)$

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

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

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  $\Rightarrow$  conocida como **ocular**.
- La lente convergente
- Foco imagen de l. convergente = Foco objeto de l. divergente