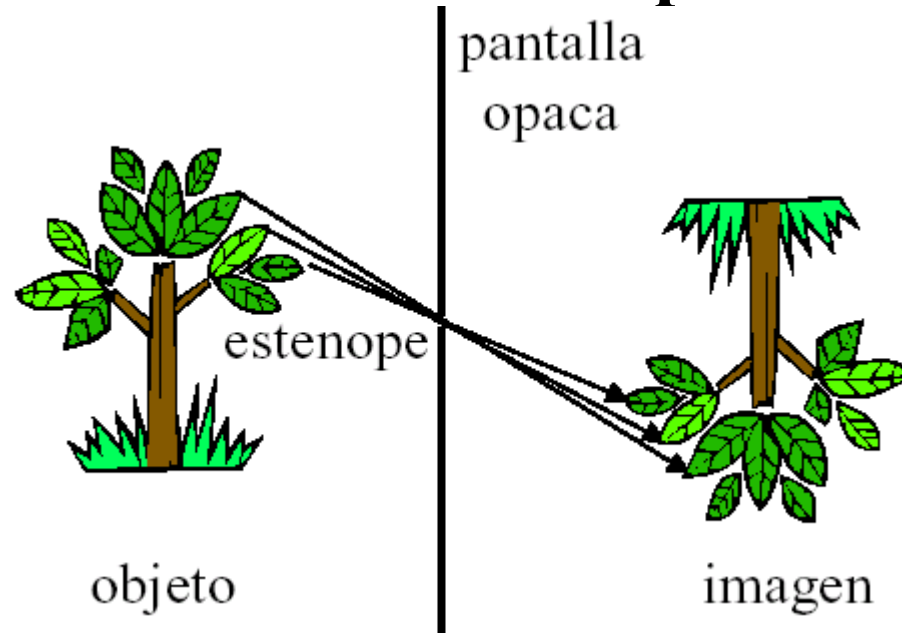


# Espejos y prismas

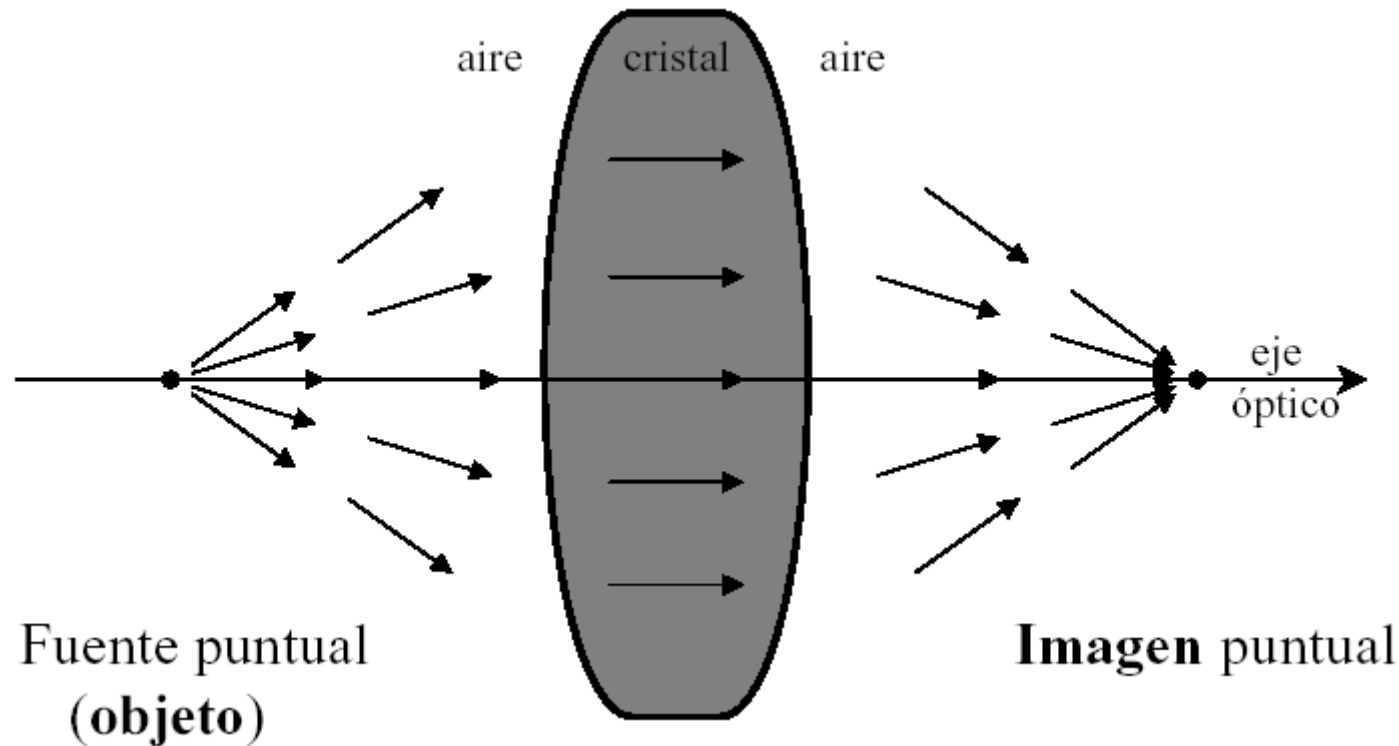
- Anteriormente: elementos ópticos,
  - cámara estenopeica
  - lentes
    - Propiedades básicas de las superficies esféricas.
    - Técnica de trazado de rayos.
    - Formación de imágenes.
    - Aumento.
- Hoy: más elementos ópticos,
  - prismas
  - espejos

# La cámara estenopeica



- La cámara estenopeica permite alcanzar solamente a un rayo el espacio de la imagen por cada punto del objeto  $\Rightarrow$  realiza una función de formación de imágenes.
- Lamentablemente en este instrumento se desaprovecha la mayor parte de la luz.

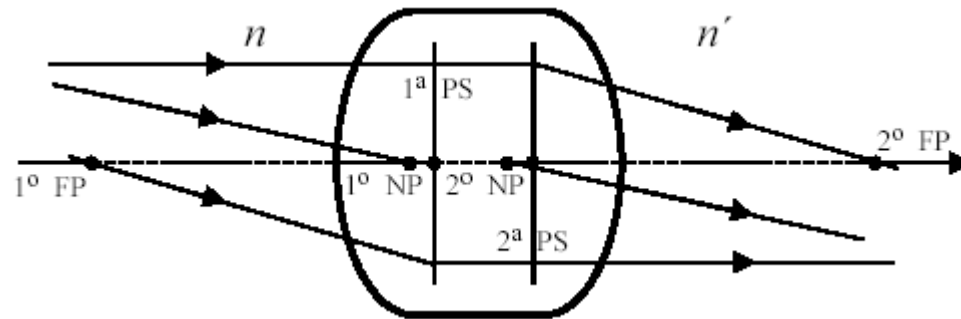
# La lente: el instrumento principal para la formación de imágenes



Según la ley de Snell, la superficie curva hace que los rayos se curven proporcionalmente a la distancia desde el “eje óptico”. Por lo tanto, el frente de onda divergente se convierte en convergente en el lado derecho (de salida).

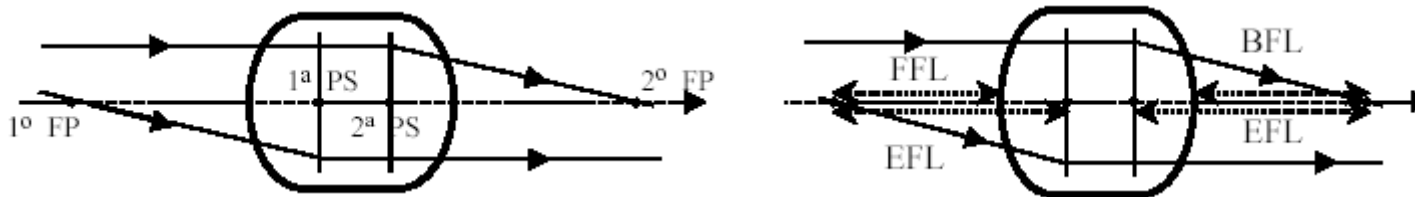
# Puntos y planos cardinales

- Los rayos que se generan desde el punto axial en el infinito (es decir, los que forman un haz de rayos paralelo al eje óptico) y que entran en un sistema óptico, forman una intersección con el eje óptico en los puntos focales.
- La intersección de los rayos paralelos prolongados y de los también prolongados rayos convergentes existentes forma la superficie principal (plano principal en la aproximación paraxial).
- La extensión de un rayo que entra y sale del sistema óptico con el mismo ángulo de propagación, forma una intersección con el eje óptico en los puntos nodales.



# Recapitulación de instrumentos similares a una lente

- Puntos cardinales y distancias focales



$$\begin{pmatrix} n'\alpha' \\ x' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_{11} & M_{12} \\ M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} n\alpha \\ x \end{pmatrix}$$

Formulación matricial

- Condiciones de formación de imágenes

$$M_{12} \neq 0$$

$$P = -M_{12} \neq 0$$

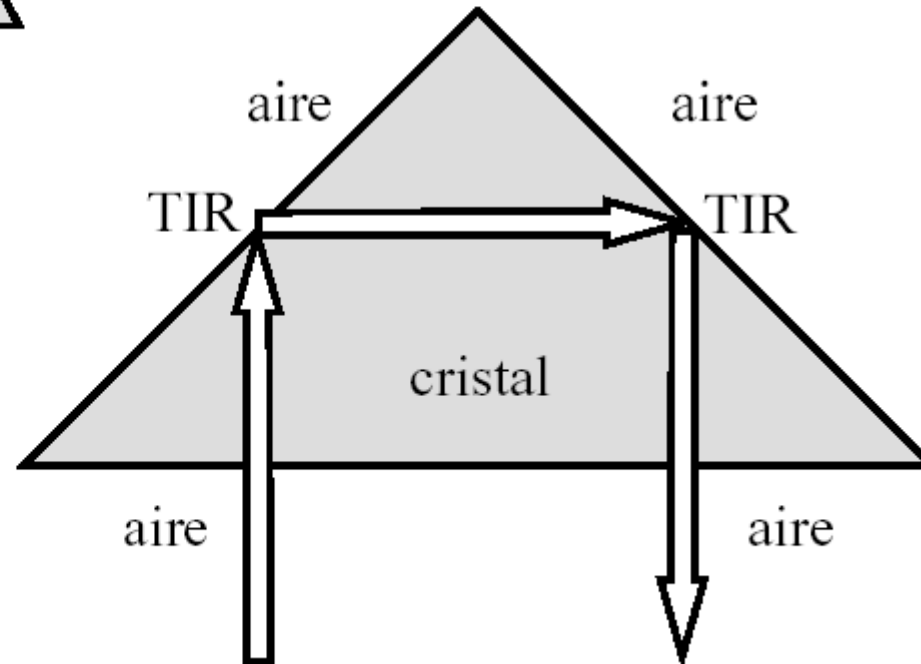
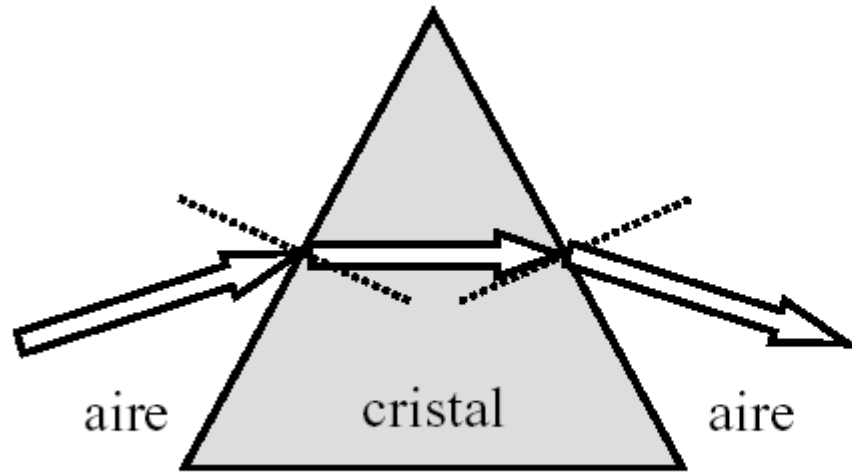
$$M_{21} = 0$$

Aumento

Lateral  $m_x = M_{22}$

Angular  $m_a = \frac{n}{n'} M_{11}$

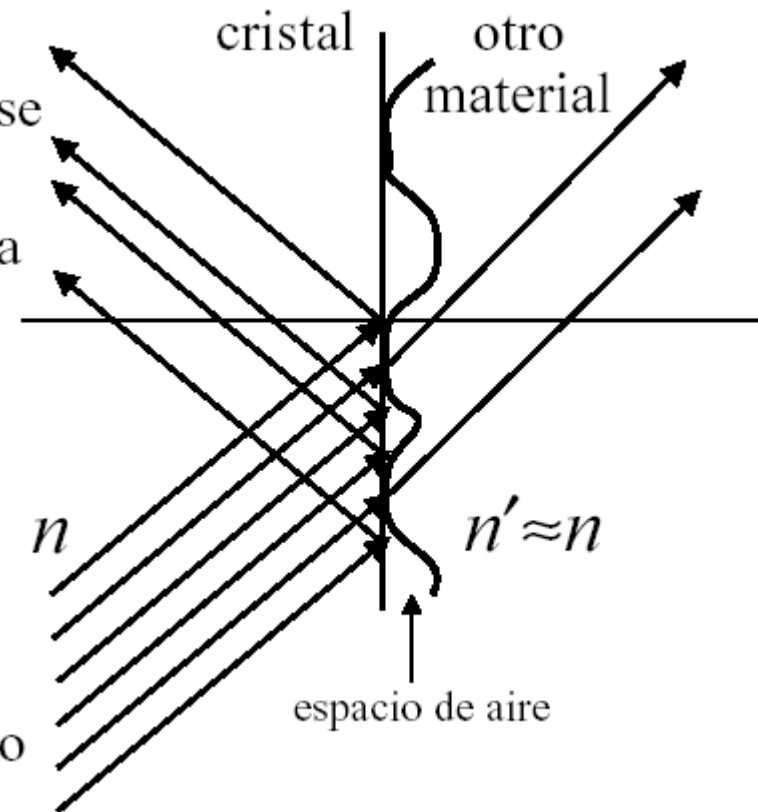
# Prismas



# Reflexión interna total frustrada (FTIR)

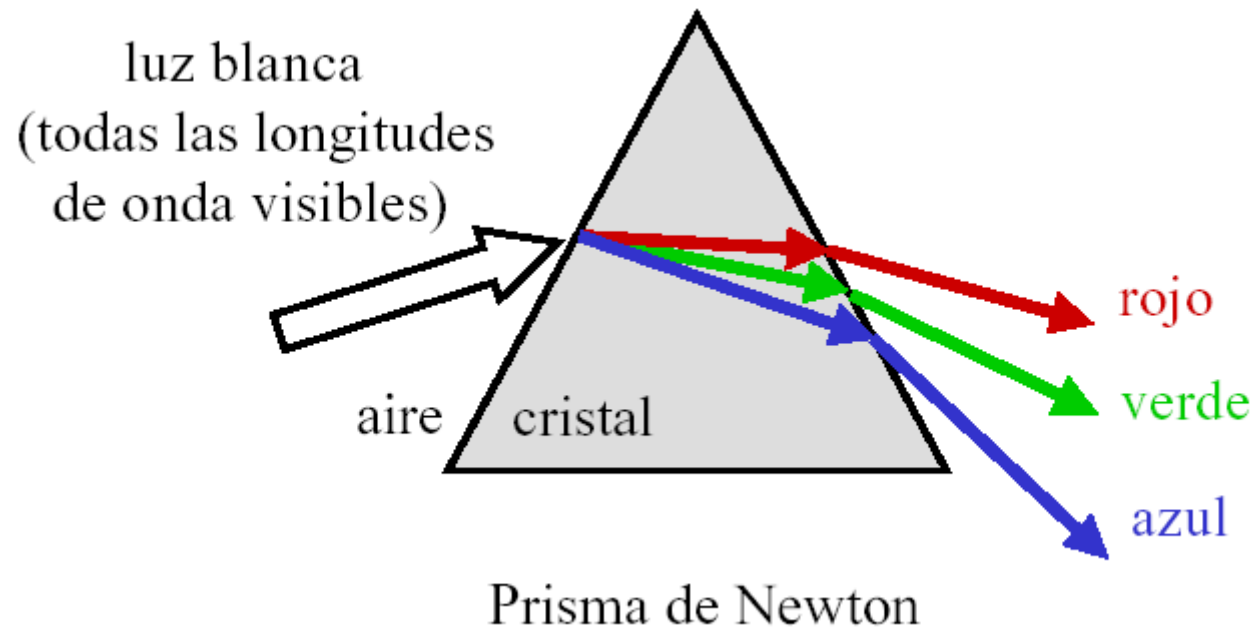
Faltan los rayos reflejados donde se tocan las superficies de índice equiparable  $\Rightarrow$  se forma la sombra

El ángulo de incidencia sobrepasa el ángulo crítico



# Dispersión

El índice de refracción  $n$  está en función de la longitud de onda



# Medidas de dispersión

Líneas espectroscópicas (líneas de Fraunhofer)

C (H-  $\lambda=656.3\text{nm}$ , roja), D (Na-  $\lambda=589.2\text{nm}$ , amarillo),

F (H-  $\lambda=486.1\text{nm}$ , azul)

El vidrio crown típico posee:

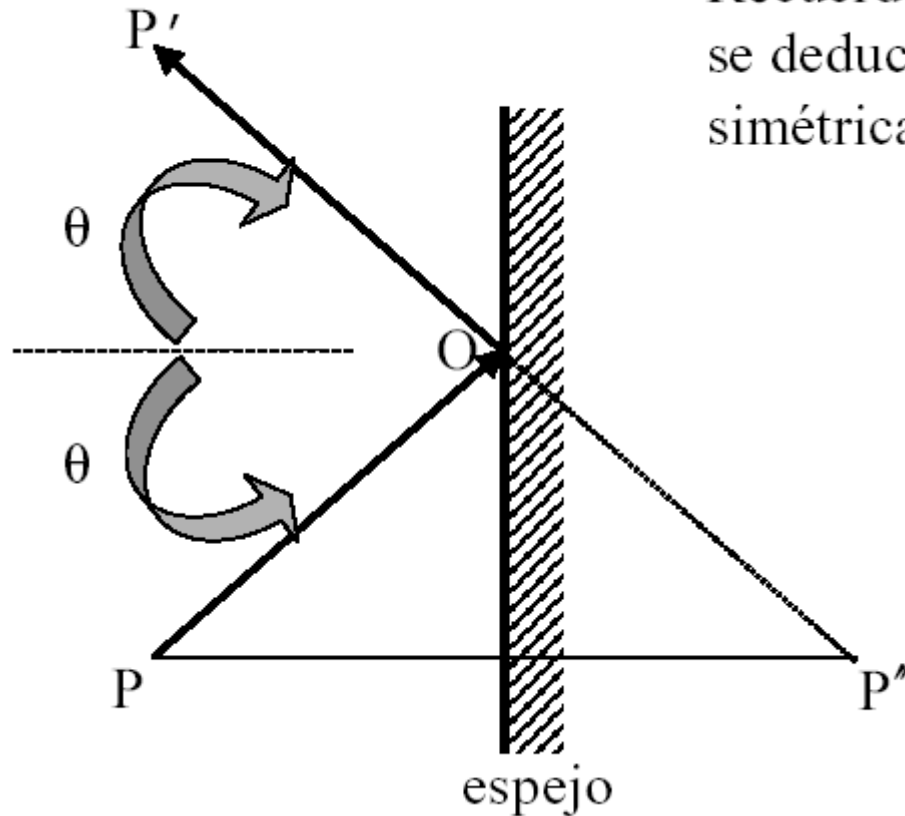
$$n_F = 1.52933 \quad n_D = 1.52300 \quad n_C = 1.52042$$

Número de Abbe 
$$V = \frac{n_F - n_C}{n_D - 1}$$

Índice de dispersión 
$$\nu = \frac{1}{V} = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}$$

# Espejos: la ley de la reflexión

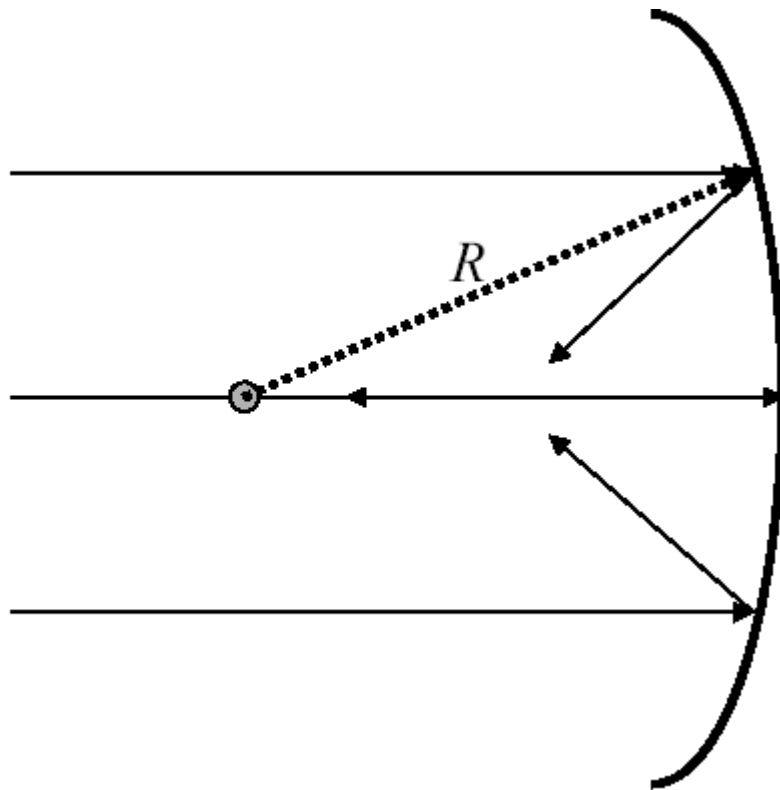
Recuerde: del principio de Fermat se deduce que la luz sigue la trayectoria simétrica  $POP'$ .



## Convenciones de signos para la reflexión

- La luz viaja en dirección de izquierda a derecha *antes de la reflexión* y de derecha a izquierda *después de la reflexión*.
- Un radio de curvatura es positivo si la superficie es convexa hacia la izquierda.
- Las distancias longitudinales *antes de la reflexión* son positivas si apuntan hacia la derecha. *Las distancias longitudinales después de la reflexión son positivas si apuntan hacia la izquierda*.
- Las distancias longitudinales son positivas si apuntan hacia arriba.
- Los ángulos de los rayos son positivos si la dirección del rayo se obtiene por medio de la rotación del eje  $+z$  en sentido contrario a las agujas del reloj a través de un ángulo agudo.

## Ejemplo: espejo esférico



En la aproximación paraxial, el espejo esférico enfoca (aproximadamente) hacia un punto un haz de rayos paralelo de entrada (desde el infinito).

# Fórmula de la óptica de reflexión

Condición de formación de imágenes  $\frac{1}{D_{12}} + \frac{1}{D_{01}} = -\frac{2}{R}$

Distancia focal  $f = -\frac{R}{2}$

Aumento  $m_x = -\frac{D_{12}}{D_{01}} \quad m_\alpha = -\frac{D_{01}}{D_{12}}$

# Espejo paraboloidal: enfoque perfecto

(Ej., antena parabólica)

