

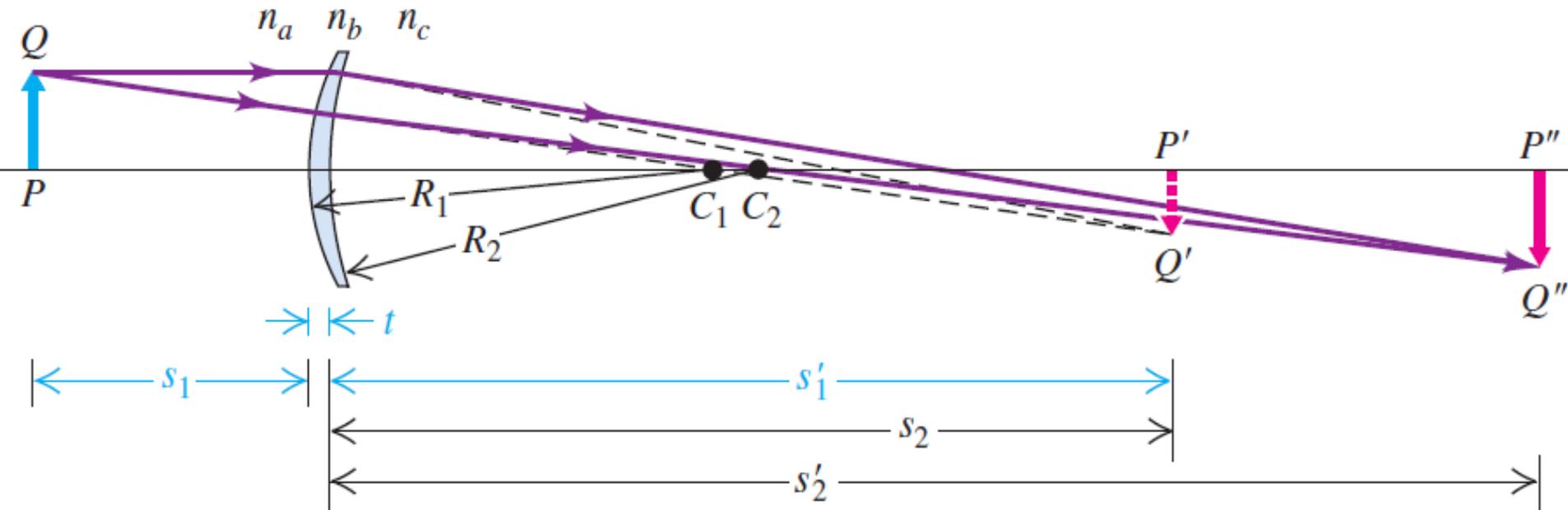
Clase 16

Lentes

Cátedra: Diego Arbó

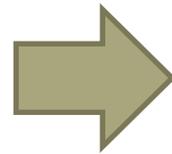
Ecuación del fabricante de lentes

La lente está formada por dos dioptras: La imagen de la primera sirve como objeto de la segunda.



$$\frac{n_a}{s_1} + \frac{n_b}{s_1'} = \frac{n_b - n_a}{R_1}$$

$$\frac{n_b}{s_2} + \frac{n_c}{s_2'} = \frac{n_c - n_b}{R_2}$$



$$\frac{1}{s_1} + \frac{n}{s_1'} = \frac{n - 1}{R_1}$$

$$-\frac{n}{s_1'} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1 - n}{R_2}$$

Sumamos las dos ecuaciones:

$$\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2'} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

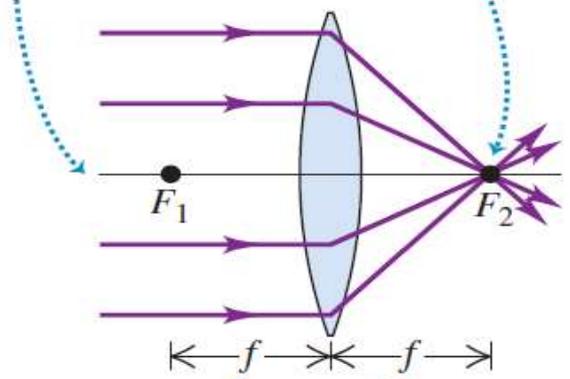
Si el objeto está muy lejos: $s \rightarrow \infty$,
 s' se define como el foco de la lente delgada.

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (\text{ecuación del fabricante de lentes para una lente delgada})$$

Lentes delgadas:

Eje óptico (pasa por los centros de curvatura de ambas superficies del lente).

Segundo punto focal: el punto en que convergen los rayos paralelos entrantes.

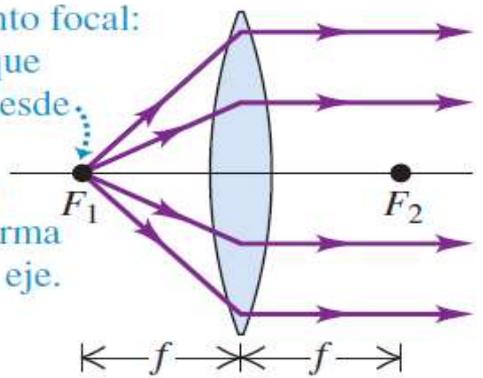


Distancia focal

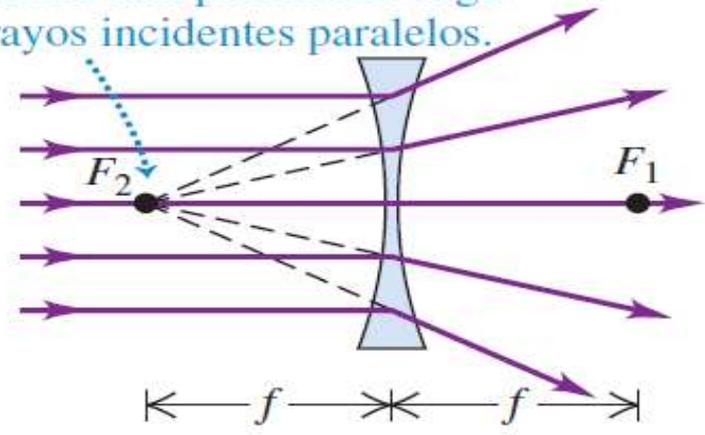
- Medida a partir del centro de la lente.
- Siempre es la misma a ambos lados de la lente.
- Es positiva para una lente convergente delgada.

b) Lente convergente

Primer punto focal: los rayos que divergen desde este punto salen de la lente de forma paralela al eje.



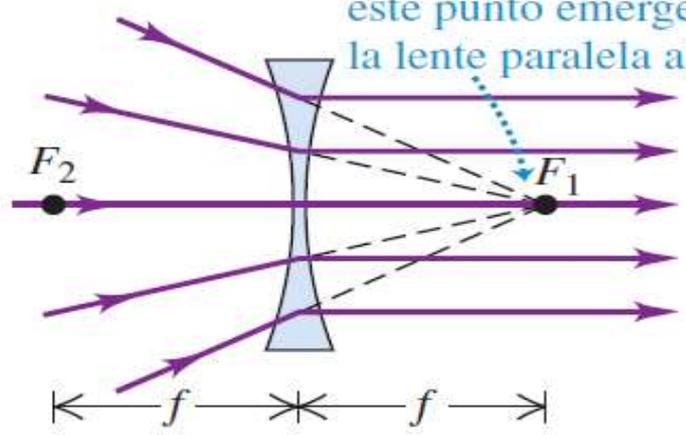
Segundo punto focal: el punto a partir del cual parecen divergir los rayos incidentes paralelos.



Para lentes delgadas divergentes, f es negativa.

Lente divergente

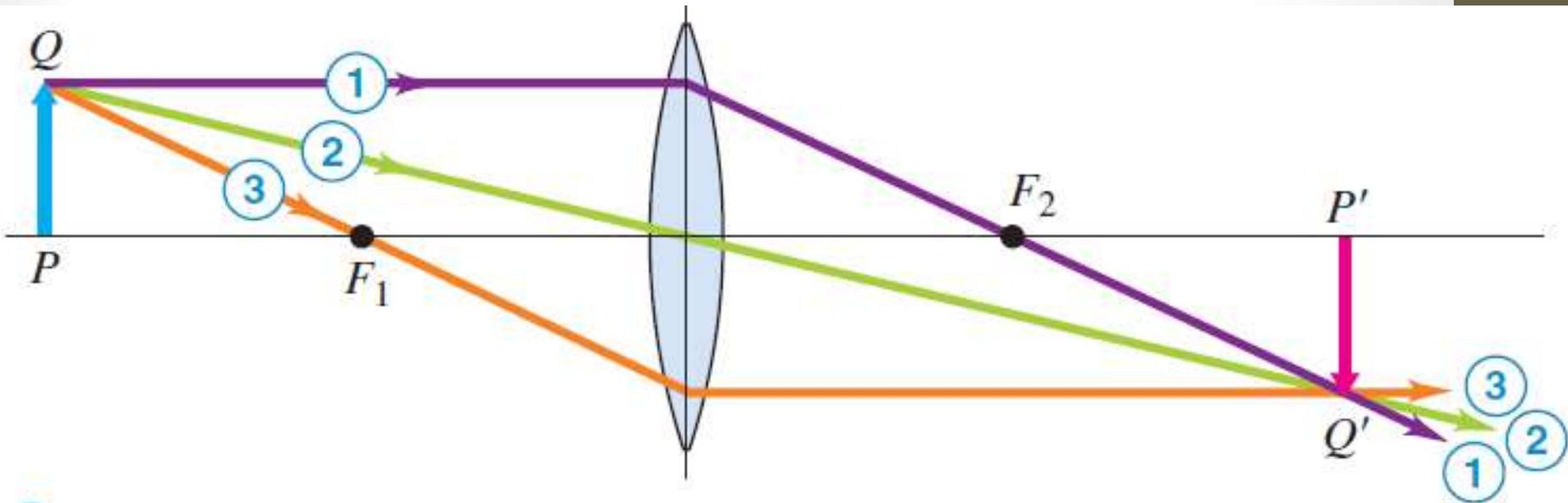
Primer punto focal: los rayos que convergen en este punto emergen de la lente paralela al eje.



Método gráfico

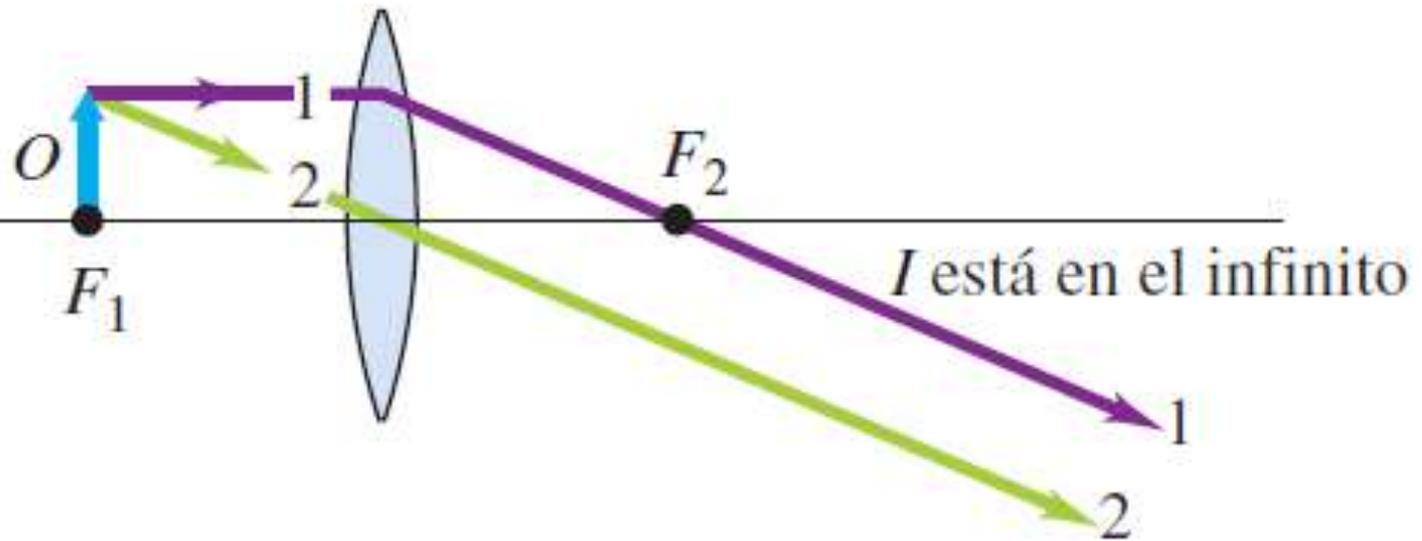
1. *Un rayo paralelo al eje emerge de la lente en una dirección que pasa por el segundo punto focal F_2 de una lente convergente, o que parece provenir del segundo punto focal de una lente divergente.*
2. *Un rayo que pasa por el centro de la lente no se desvía en grado apreciable; en el centro de la lente las dos superficies son paralelas; por lo tanto, este rayo emerge prácticamente con el mismo ángulo que tenía al entrar y a lo largo de la misma recta.*
3. *Un rayo que pasa por el primer punto focal F_1 (o avanza hacia éste) emerge paralelo al eje.*

Lente convergente: Objeto real

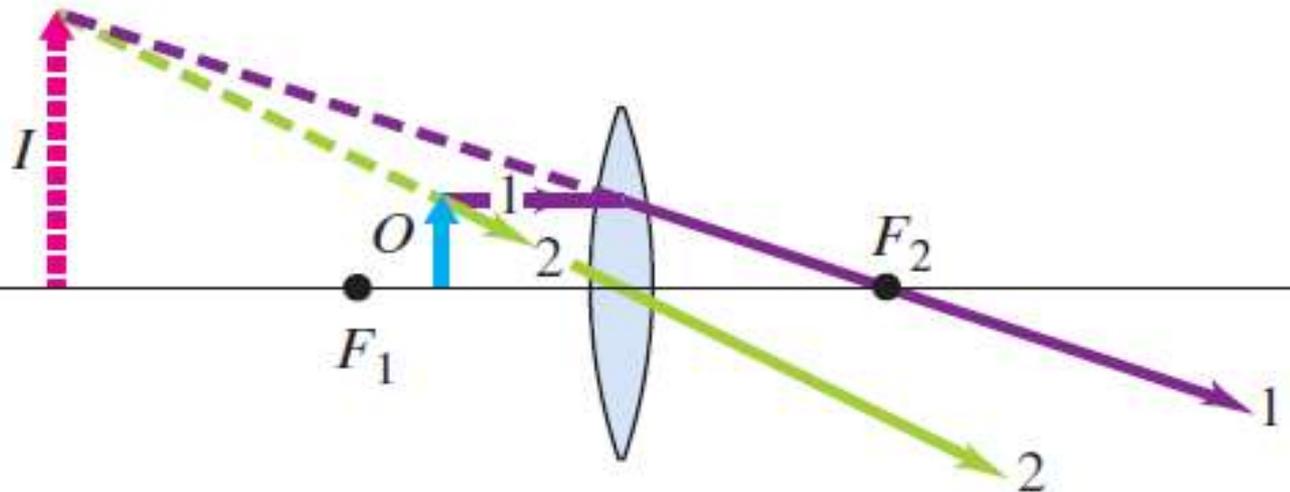


- 1 El rayo incidente paralelo se refracta para pasar por el segundo punto focal F_2 .
- 2 El rayo que pasa por el centro de la lente no se desvía considerablemente.
- 3 El rayo que pasa por el primer punto focal F_1 emerge paralelo al eje.

El objeto O está en el punto focal; la imagen I está en el infinito

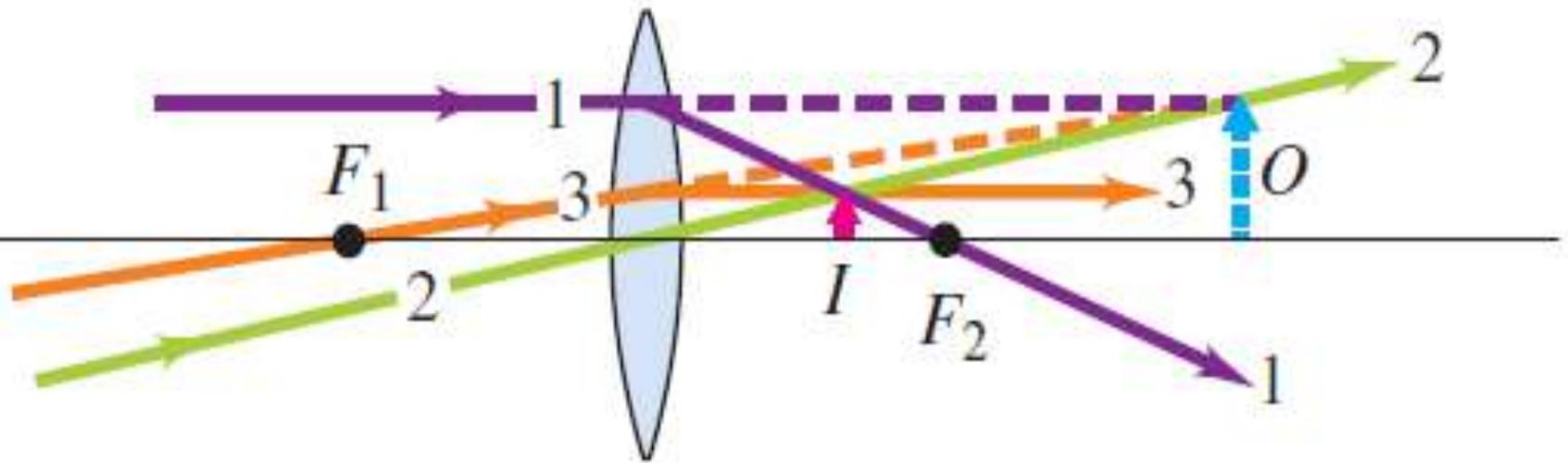


e) El objeto O está adentro del punto focal; la imagen I es virtual y más grande que el objeto

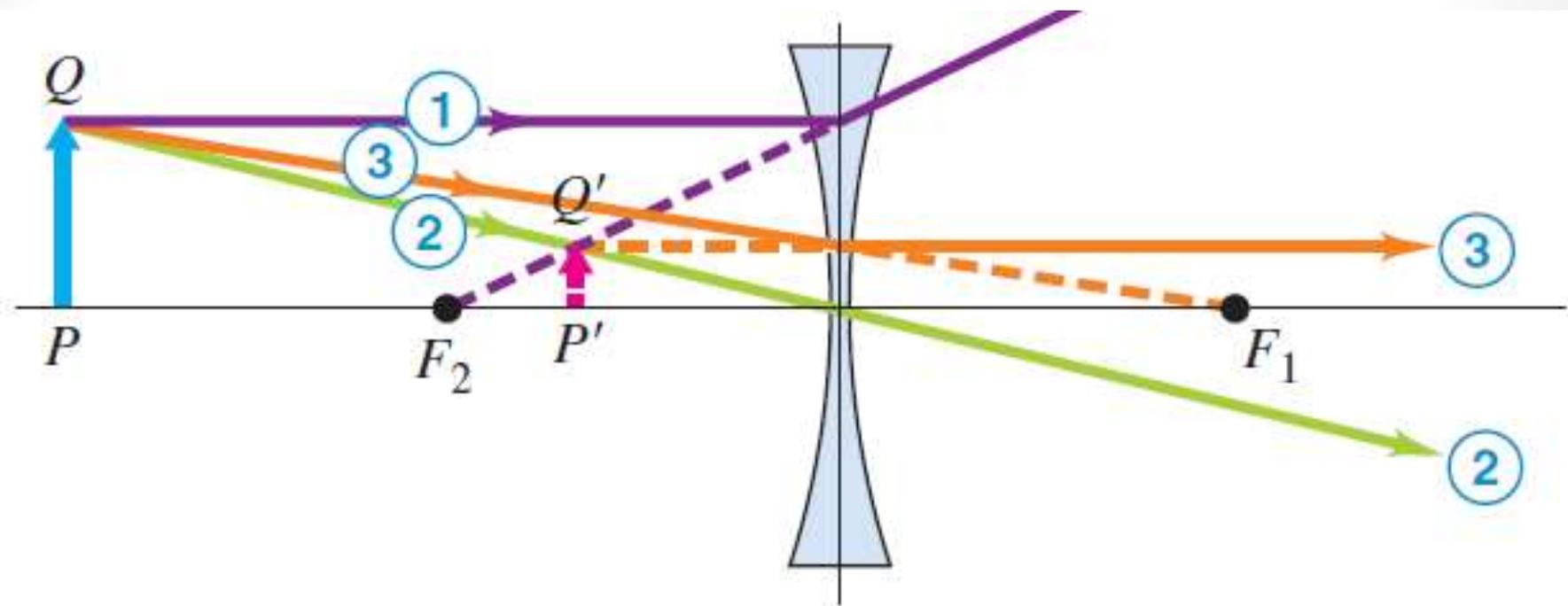


Lente convergente: Objeto virtual

Un objeto virtual O (los rayos luminosos *convergen* en la lente)



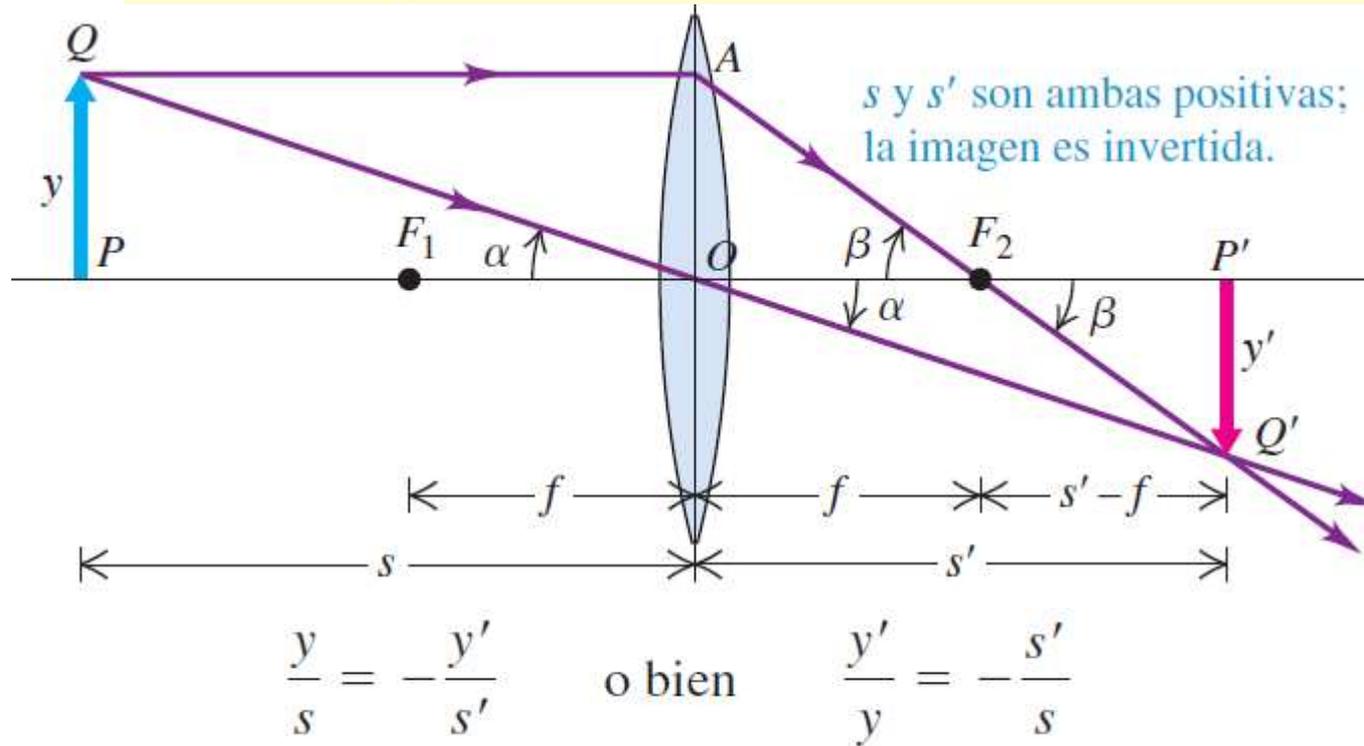
Lente divergente: Objeto real



- ① Después de refractarse parece que el rayo incidente paralelo proviene del segundo punto focal F_2 .
- ② El rayo que pasa por el centro de la lente no se desvía considerablemente.
- ③ El rayo que pasa por el primer punto focal F_1 emerge paralelo al eje.

Aumento lateral

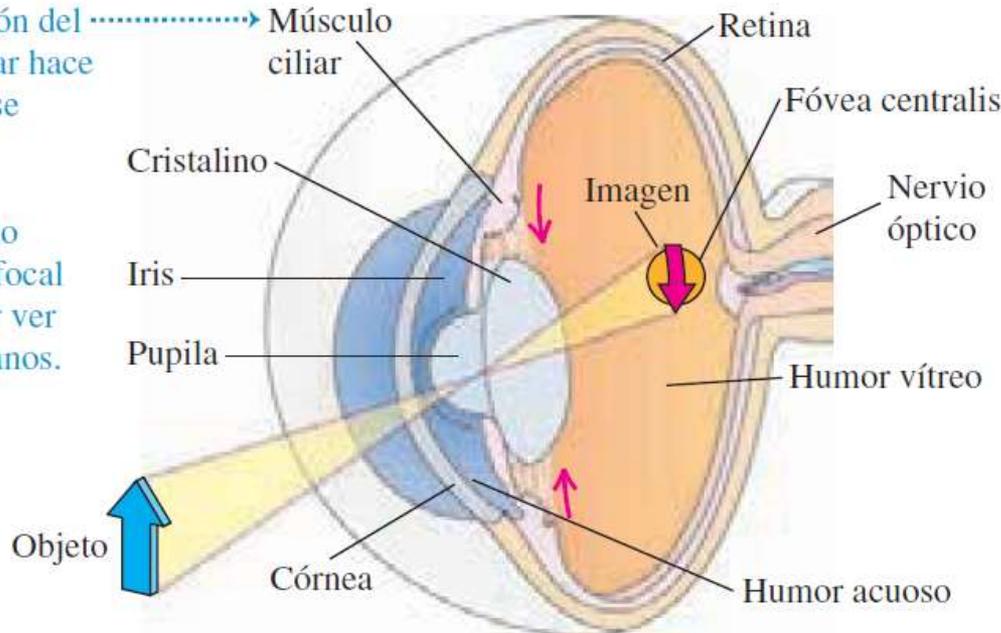
$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad (\text{relación objeto-imagen, lente delgada})$$



$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

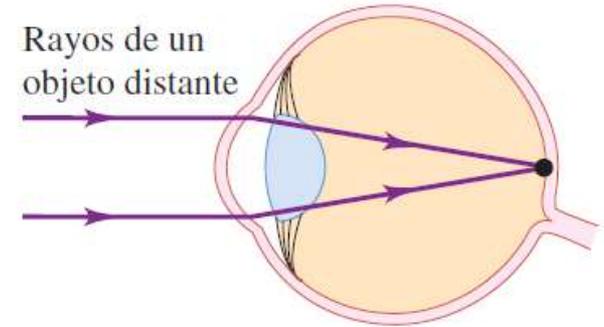
Ojo humano

La contracción del músculo ciliar hace que la lente se vuelva más convexa, disminuyendo su distancia focal para permitir ver objetos cercanos.



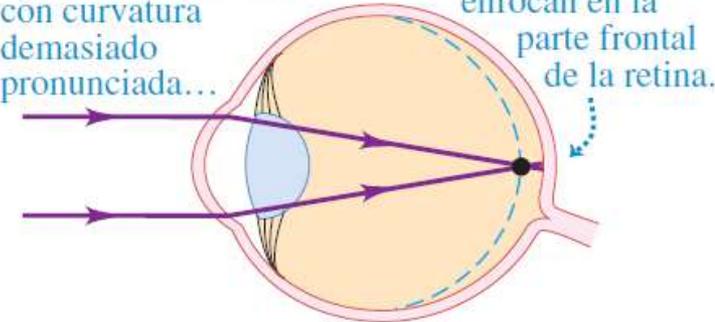
a) Ojo normal

Rayos de un objeto distante



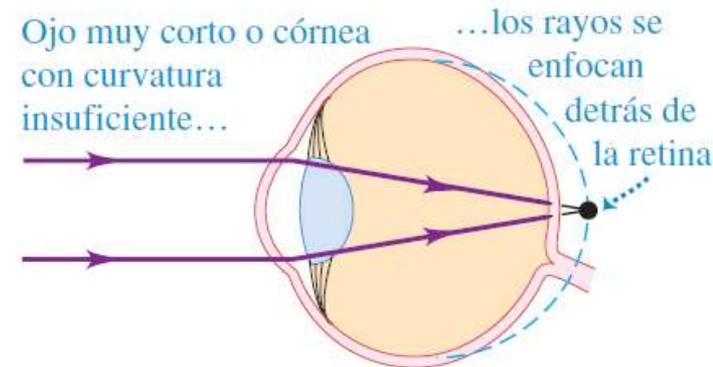
b) Ojo miope (corto de vista)

Ojo muy largo o córnea con curvatura demasiado pronunciada...



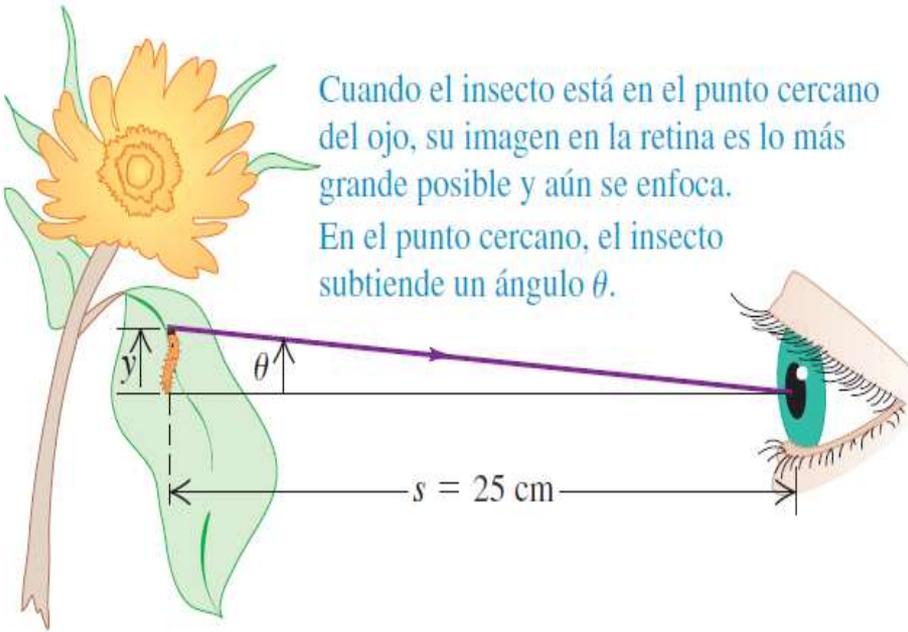
c) Ojo hipermetrope (problemas de visión a distancias cortas)

Ojo muy corto o córnea con curvatura insuficiente...

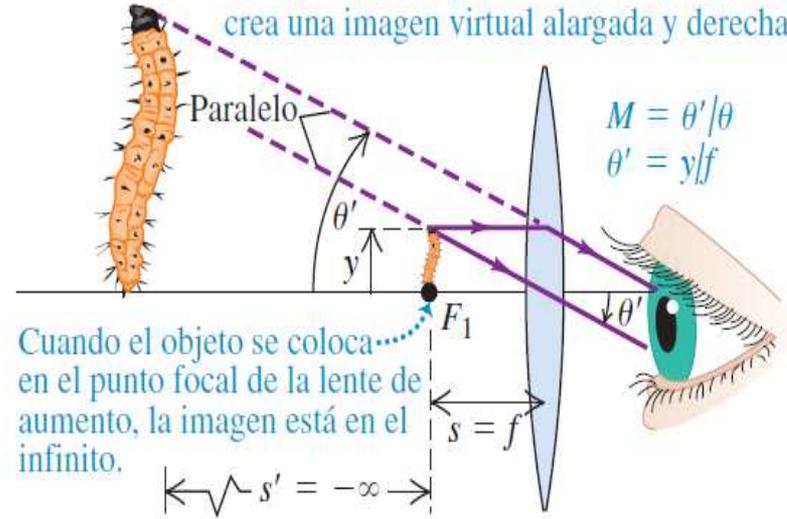


Lupa

Cuando el insecto está en el punto cercano del ojo, su imagen en la retina es lo más grande posible y aún se enfoca. En el punto cercano, el insecto subtende un ángulo θ .



Con la lente de aumento, el insecto puede colocarse más cerca que el punto cercano. La lente de aumento crea una imagen virtual alargada y derecha.



Cuando el objeto se coloca en el punto focal de la lente de aumento, la imagen está en el infinito.

$$M = \theta' / \theta$$

$$\theta' = y / f$$

$$M = \frac{\theta'}{\theta} \quad (\text{aumento angular})$$

$$\theta = \frac{y}{25 \text{ cm}} \quad \theta' = \frac{y}{f}$$

$$M = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{y/f}{y/25 \text{ cm}} = \frac{25 \text{ cm}}{f}$$

(aumento angular de una lente de aumento simple)

Microscopio

$$m_1 = -\frac{s'_1}{s_1} \approx \frac{-s'_1}{f_1}$$

$$M_2 = \frac{25 \text{ cm}}{f_2}$$

$$M = m_1 M_2 = \frac{(25 \text{ cm}) s'_1}{f_1 f_2}$$

