

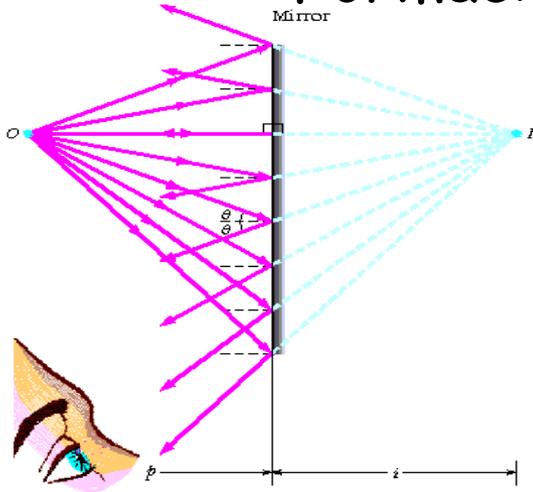
Física II- Curso de Verano 2021

Clase 7

Convención de signos

- 1) Se usa un sistema de ejes cartesianos x - y con origen en el vértice (intersección del eje óptico con el elemento óptico en cuestión).
- 2) Todas las distancias medidas en el semiplano por donde incide la luz son consideradas positivas. Las distancias medidas en el otro semiplano serán negativas.
- 3) La distancia objeto (p), la distancia imagen (q) y la coordenada del radio de curvatura del elemento (r), pueden ser positivas o negativas según de qué lado del origen se encuentren.

Formación de imágenes: ESPEJOS PLANOS



Leyes de reflexión

Imagen virtual, formada por la prolongación de los rayos

Distancia imagen = -distancia objeto

$$p = -q$$

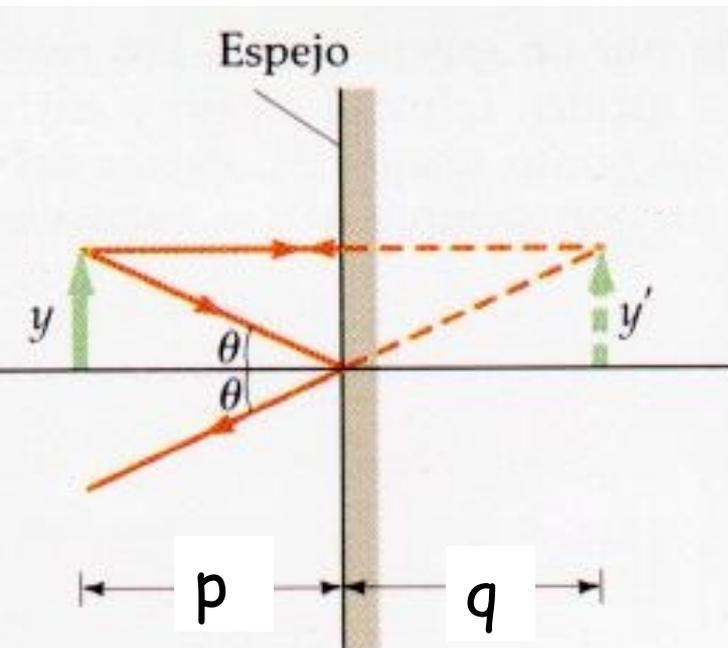
No invierte está al derecho. Se trata entonces de una imagen derecha.

Definimos aumento lateral:

$$m = y' / y = -q/p$$

altura objeto = altura imagen

$$y = y'$$



Superficies curvas: Espejos

Algunas definiciones

1) Llamaremos espejo esférico a todo cascarón esférico pulido.

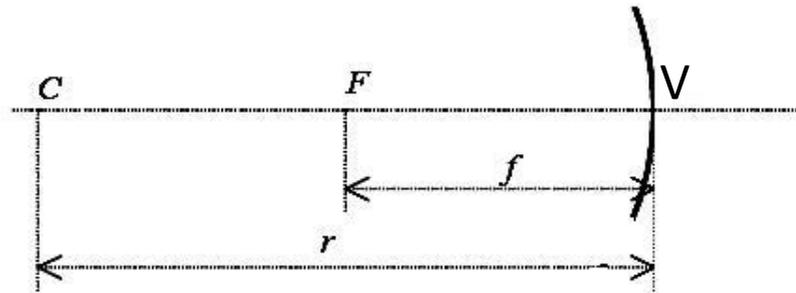
Superficie reflectora = INTERIOR → CONCAVO.

Superficie reflectora = EXTERIOR → CONVEXO.

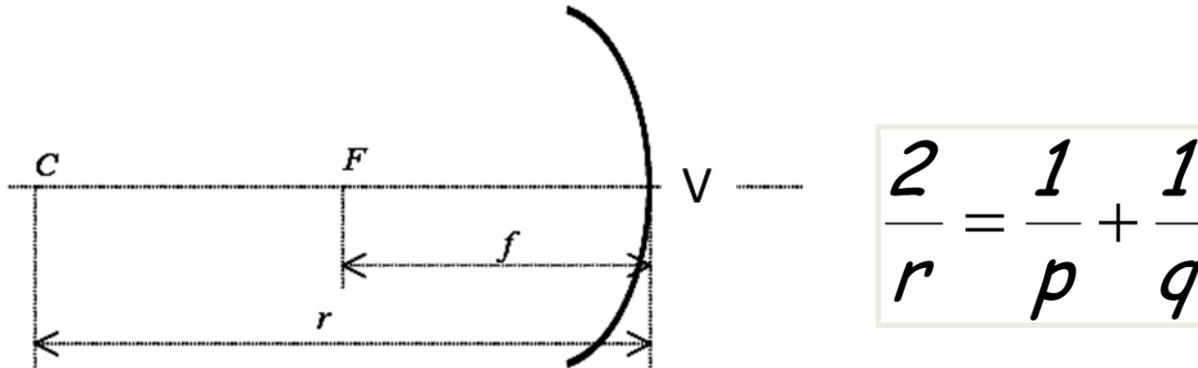
2) El centro de la esfera, C , CENTRO DE CURVATURA DEL ESPEJO.

3) El radio de la esfera, r , RADIO DE CURVATURA DEL ESPEJO.

4) La recta que pasa por el centro de curvatura y vértice (V) se denomina, EJE ÓPTICO.



Formación de imágenes: ESPEJOS CURVOS



p : coordenada del objeto

q: coordenada de la imagen

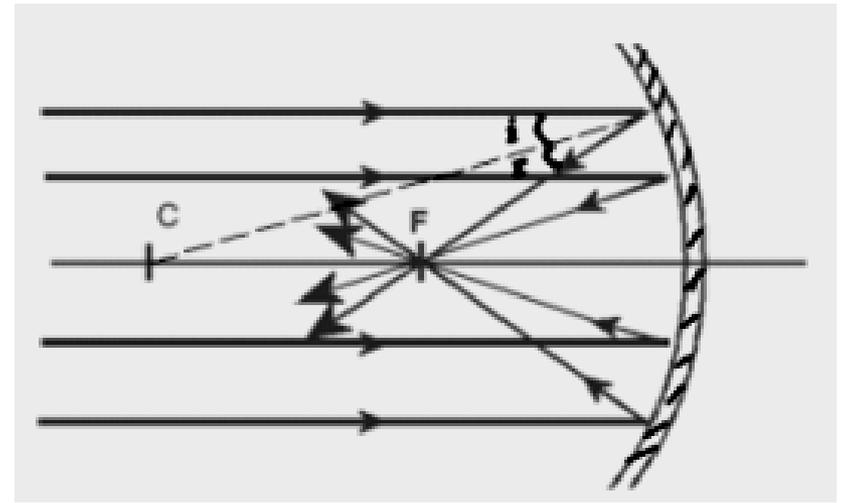
r: radio del espejo

$$\frac{2}{r} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

Se verifica que:

$$p \rightarrow \infty$$

$$\frac{2}{r} = \frac{1}{q}$$



$$f = r/2$$

Demostrar que para cualquier espejo curvo el foco objeto y el foco imagen están en la misma posición.

A la distancia imagen en el caso en que los rayos inciden desde el infinito, se la denomina **DISTANCIA FOCAL imagen f'** .

Foco Imagen: lugar donde se forma la imagen si el objeto está muy lejos ($p \rightarrow \infty$)

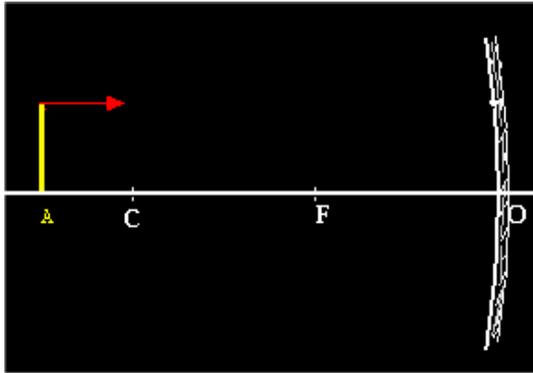
Foco Objeto: lugar donde debe estar el objeto para que la imagen se forme en el infinito ($q \rightarrow \infty$)

CONSECUENCIA

- *Los rayos que inciden paralelos al eje se reflejan hacia el foco imagen (f').*
- *Los rayos que inciden pasando por el foco objeto (f) se reflejan paralelos al eje óptico.*

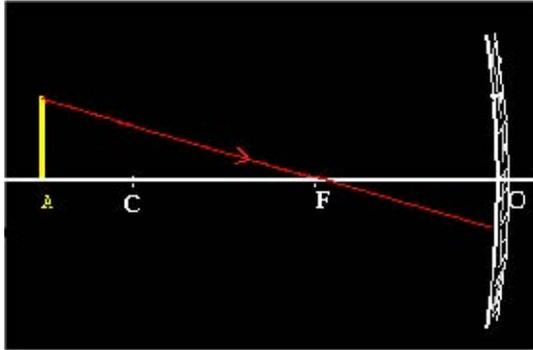
Rayos principales en espejo cóncavo

La trayectoria de los rayos al incidir en el espejo cumple las leyes de la reflexión



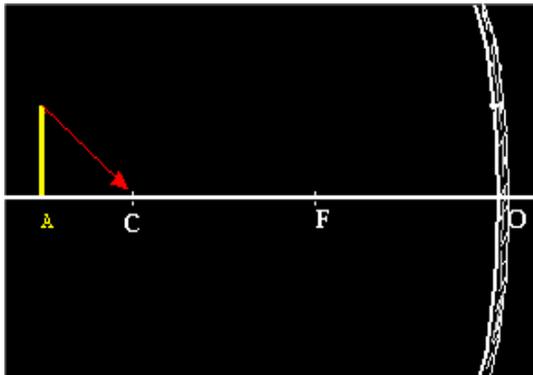
a) Todo rayo paralelo al eje principal se refleja pasando por el foco.

Completar la trayectoria del rayo dibujado.



b) Todo rayo que pasa por el foco sale paralelo al eje principal.

Completar la trayectoria del rayo dibujado.

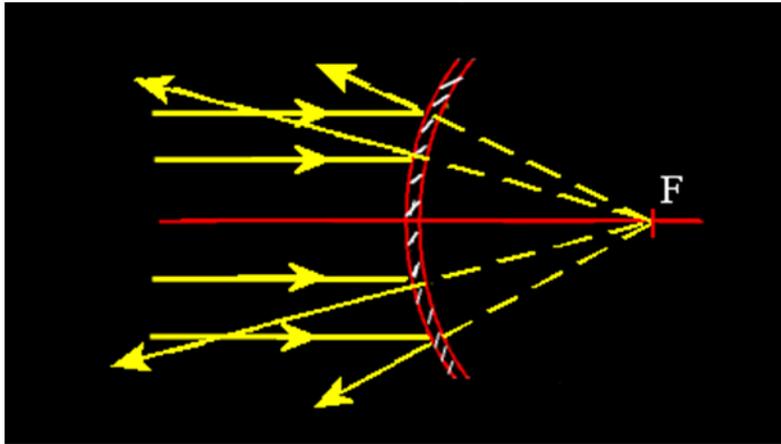


c) Todo rayo que pasa por el centro de curvatura C , se refleja en la misma dirección, pero en sentido contrario.

Completar la trayectoria del rayo dibujado.

Rayos principales en espejo convexo

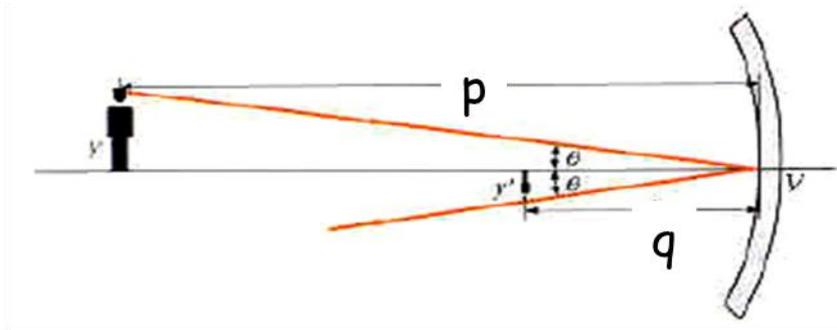
Espejos convexos



Los rayos reflejados (los que transportan la energía) no convergen en ningún punto, se reflejan en el espejo y divergen.

Imagen formada por las prolongaciones, **IMAGEN VIRTUAL** (detrás del espejo)

AUMENTOS



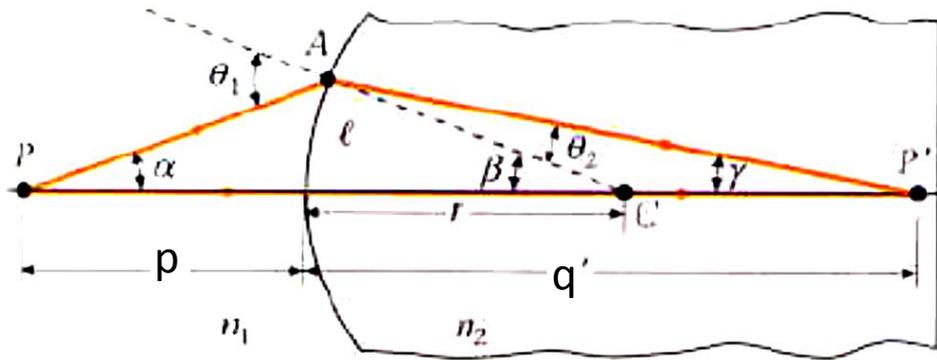
$y \neq y'$

$$M = \frac{y'}{y} = -\frac{q}{p}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{y}{p} = \frac{-y'}{q}$$

Todos los puntos situados por encima del eje principal (eje de abscisas) poseen ordenada positiva, y los situados debajo, negativa.

Imágenes formadas por refracción: Dióptricos esféricos



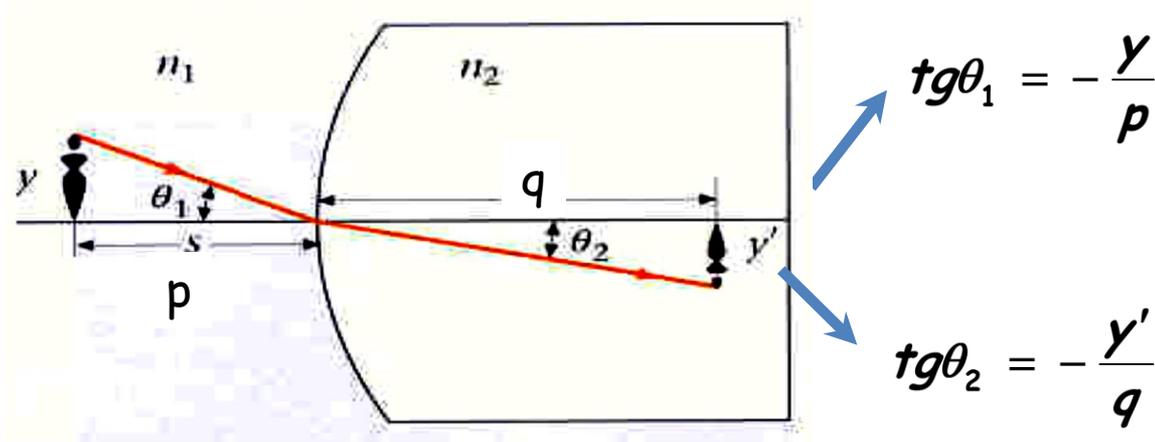
Para encontrar la relación entre p y q ,

- Ley de Snell y
- Relaciones Trigonométricas

$$\frac{n_1}{p} - \frac{n_2}{q} = \frac{n_1 - n_2}{r}$$

Fórmula del dióptico

Aumentos



Aumento Lateral

$$M = \frac{y'}{y} = \frac{n_1 q}{n_2 p}$$

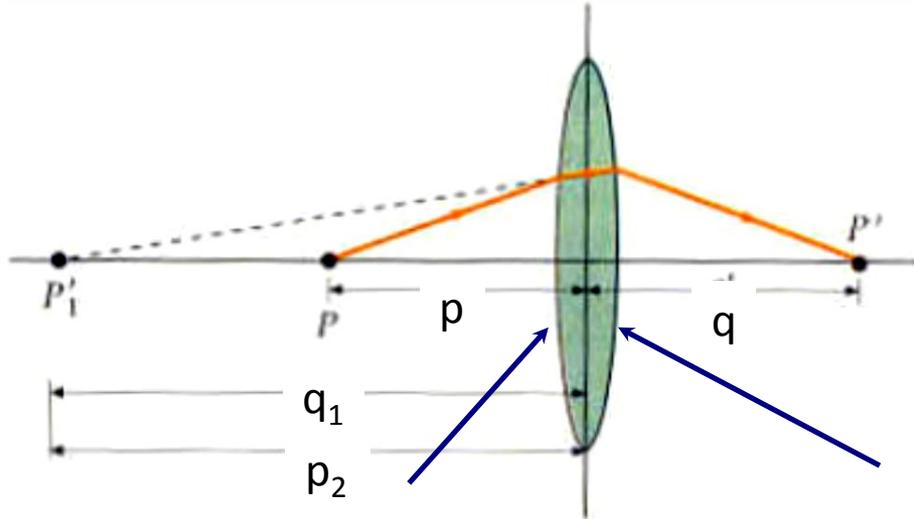
Caso particular: Superficies planas

$$q = \frac{n_2 p}{n_1}$$

Lentes delgadas:

Sistema óptico centrado formado por dos superficies esféricas (dos dióptricos en serie)

Ecuación del constructor de lentes



CONVEXO	CONCAVO
 Biconvexo	 Bicóncavo
 Plano convexo	 Plano cóncavo
 Menisco convexo	 Menisco cóncavo

convergentes

divergentes

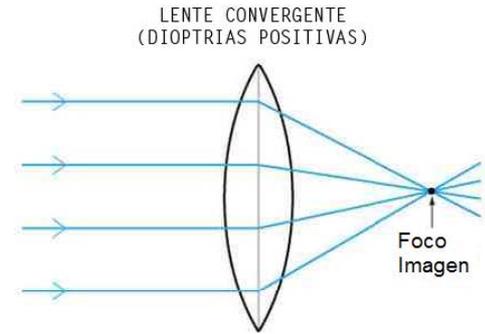
$$\frac{1}{p} - \frac{n}{q_1} = \frac{1-n}{r_1} \qquad \frac{n}{p_2} - \frac{1}{q} = \frac{n-1}{r_2}$$

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = (1-n) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Lentes delgadas convergentes:

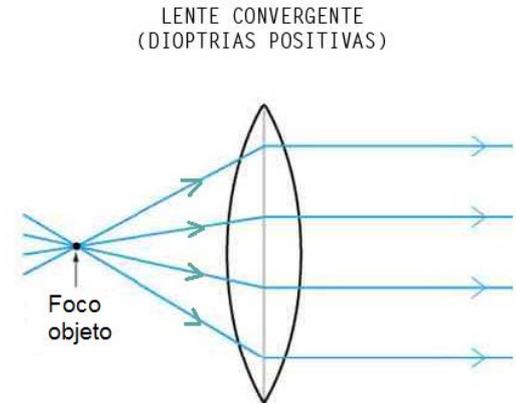
Foco imagen ($p = \infty$)

$$-1/f' = (1 - n)(1/r_1 - 1/r_2)$$



Foco objeto ($q = \infty$)

$$1/f = (1 - n)(1/r_1 - 1/r_2)$$



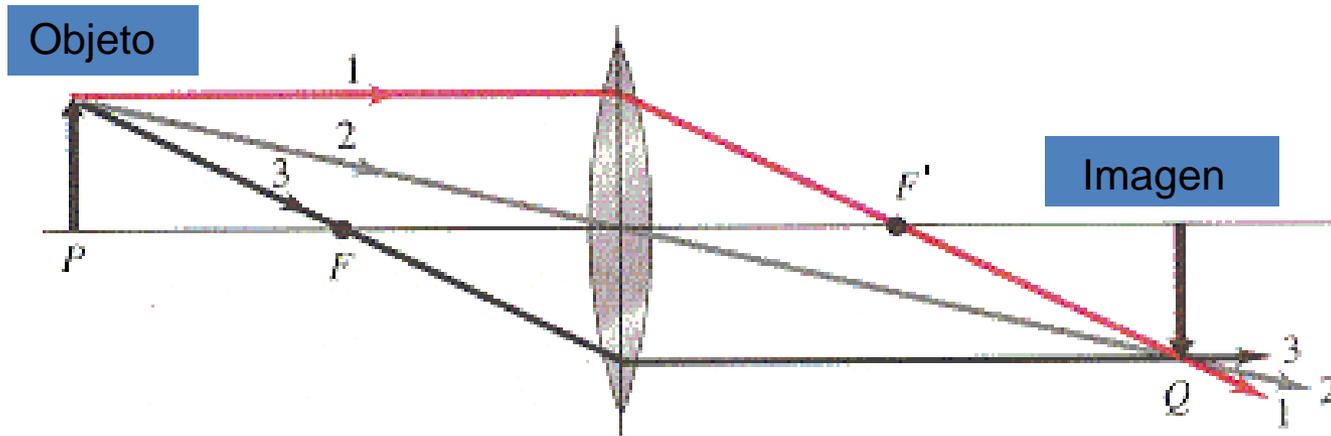
$$f = -f'$$

Ecuación de una lente delgada

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

Es esta fórmula, f tiene un valor positivo si se estudia una lente convergente (convexa), y será negativo si se está estudiando una lente divergente (cóncava).

Reglas de construcción de imágenes en las lentes en lentes convergentes

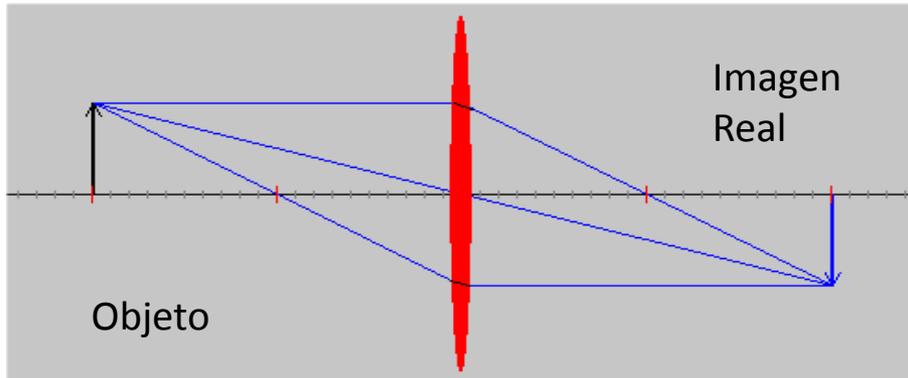


Rayos que inciden paralelos al eje óptico, pasa por el foco imagen, F' . (1)

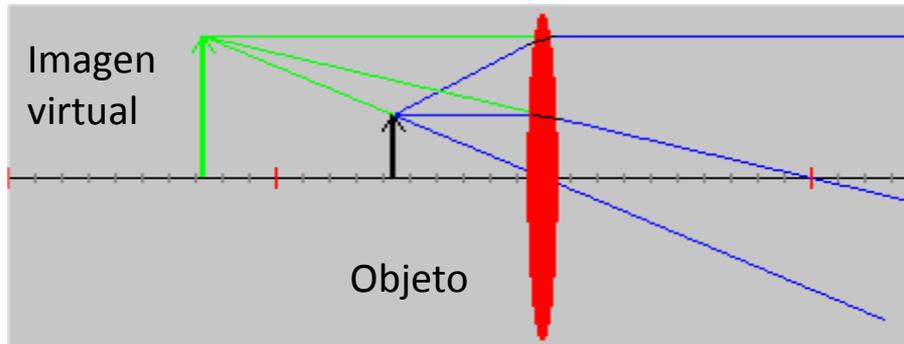
Rayos que inciden pasando por el centro de la lente no sufre desviación. (2)

Rayo que inciden pasando por el foco objeto (F), emerge paralelo al eje óptico. (3)

Ejemplos de formación de la imagen en lentes convergentes



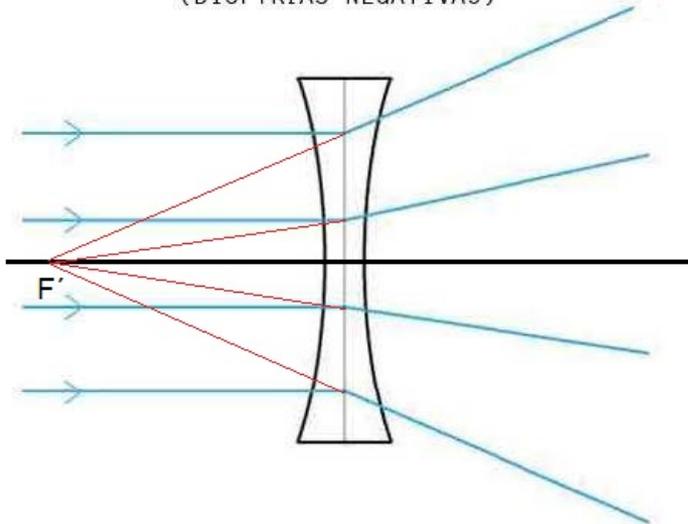
Objeto en $2f$



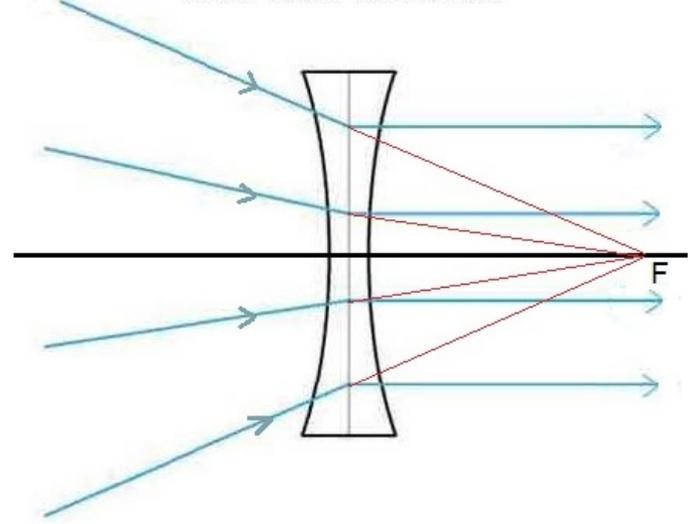
Objeto entre f y la lente

Lentes delgadas divergentes:

LENTE DIVERGENTE
(DIOPTRIAS NEGATIVAS)

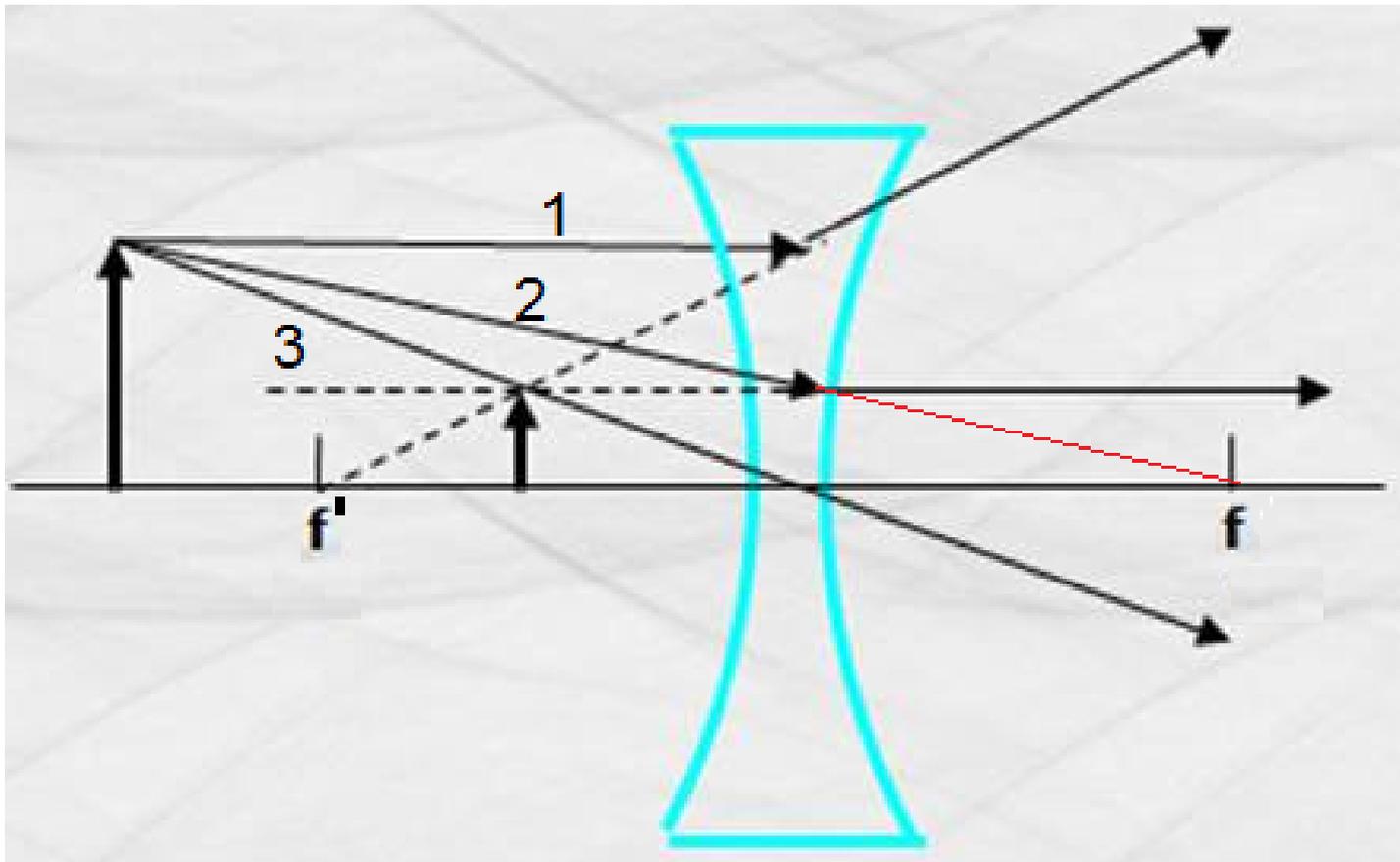


LENTE DIVERGENTE
(DIOPTRIAS NEGATIVAS)



$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

En este caso la f tiene un valor negativo



Rayos que inciden paralelos al eje óptico, emergen como saliendo del foco imagen (f'). (1)

Rayos que inciden en la dirección del foco objeto (f), emerge paralelo al eje óptico. (2)

Rayos que inciden pasando por el centro de la lente no sufre desviación. (3)

POTENCIA DE UNALENTE : valor inverso de la distancia focal.

$$P = \frac{1}{f} \quad [f] = m$$
$$[P] = \text{Dioptrias} = D$$

Medida de la capacidad de la lente para enfocar los rayos paralelos a una distancia corta de la misma.

Combinación de sistemas ópticos

Si combinamos en un sistema óptico dos ó más lentes delgadas de distancias focales f_1 y f_2 de manera que estén pegadas, la distancia focal equivalente de la combinación será

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f}$$

Y la potencia del sistema será $P = P_1 + P_2$

En realidad los sistemas ópticos no son ideales

- Los rayos no son paraxiales
- Las lentes no son tan delgadas, etc

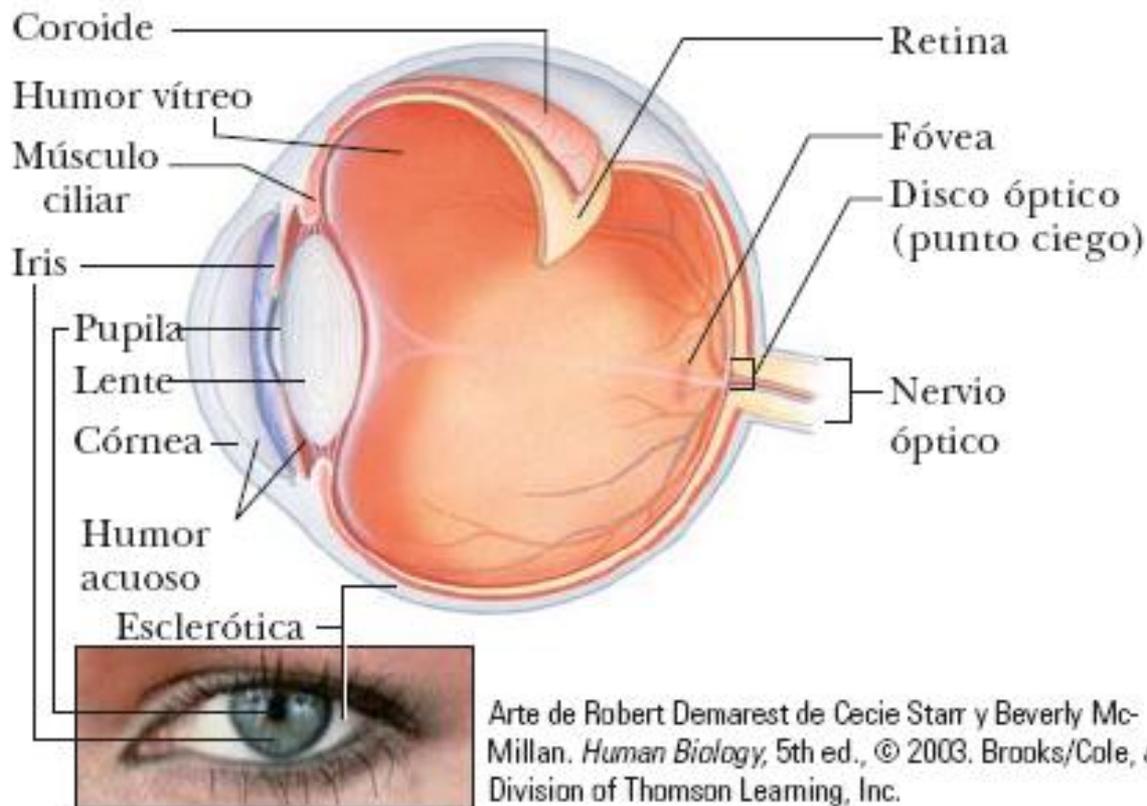
Aberraciones

- Esféricas (origen, haces no paraxiales)
- Coma (origen objetos no puntuales)
- Astigmatismo (origen partes del objeto alejadas del eje principal, símil coma)
- Cromática (origen n es función de la longitud de onda)

Instrumentos ópticos

La resolución de los instrumentos ópticos está limitada físicamente por la difracción

EL OJO



EL OJO

SISTEMA DE DOS LENTES CONVERGENTES: La córnea y el Cristalina.

EXISTE UNA ZONA DE VISIÓN NÍTIDA LIMITADA POR UN **Punto Lejano** Y UN **Punto Proximal**

PUNTO LEJANO: El **punto lejano** del ojo representa la mayor distancia en la cual el ojo relajado enfoca luz sobre la retina. Una persona con visión normal ve objetos muy lejanos y por lo tanto tiene un punto lejano que se acerca al infinito.

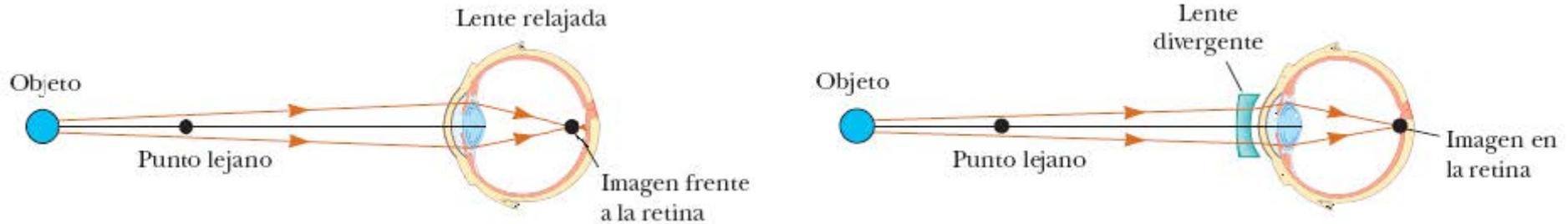
PUNTO PROXIMAL: El **punto proximal es la menor distancia a la cual el ojo puede** acomodarse para enfocar la luz en la retina. Esta distancia por lo general aumenta con el transcurso del tiempo y tiene un valor promedio de 25 cm.

DEFECTOS REFRACTIVOS; Se producen por falta de coincidencia entre el alcance de enfoque del sistema cornea-cristalino y la distancia a la retina.

Miopía:

El poder convergente del sistema córnea- cristalino es excesivo y los rayos se enfocan delante de la retina. Los puntos de visión proximal y lejano se encuentra más cerca de lo normal..

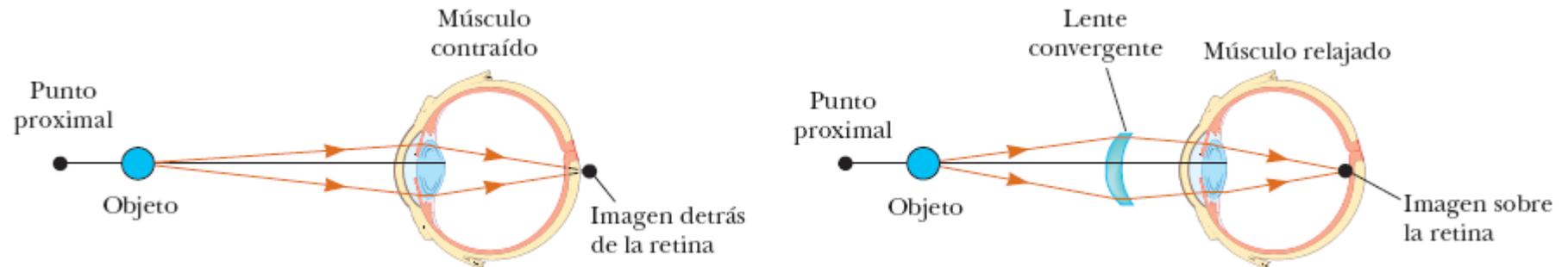
Se corrige utilizando lentes divergentes.



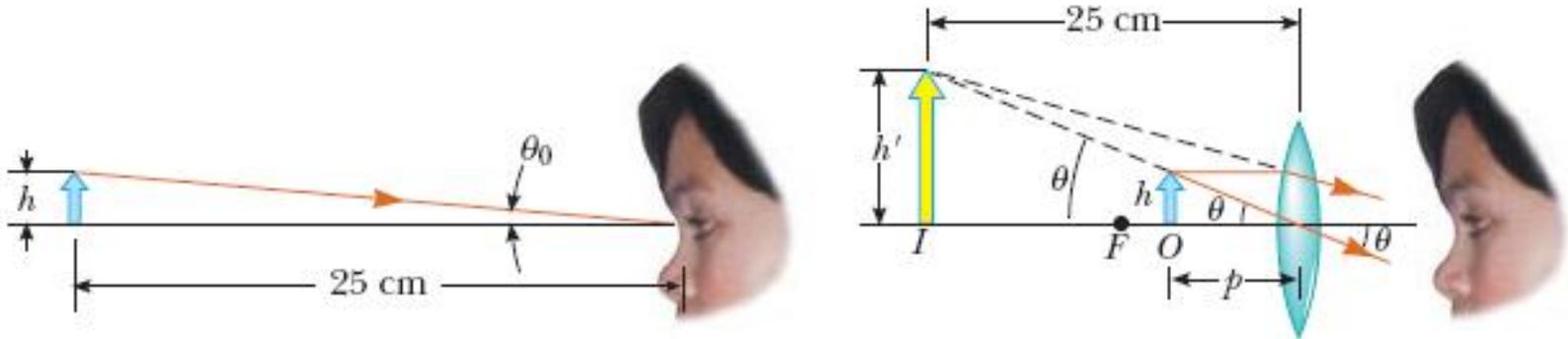
Hipermetropía:

El poder convergente del sistema córnea- cristalino es insuficiente y los rayos se enfocan detrás de la retina. El punto de visión proximal se encuentra más lejos de lo normal..

Se corrige utilizando lentes convergentes.



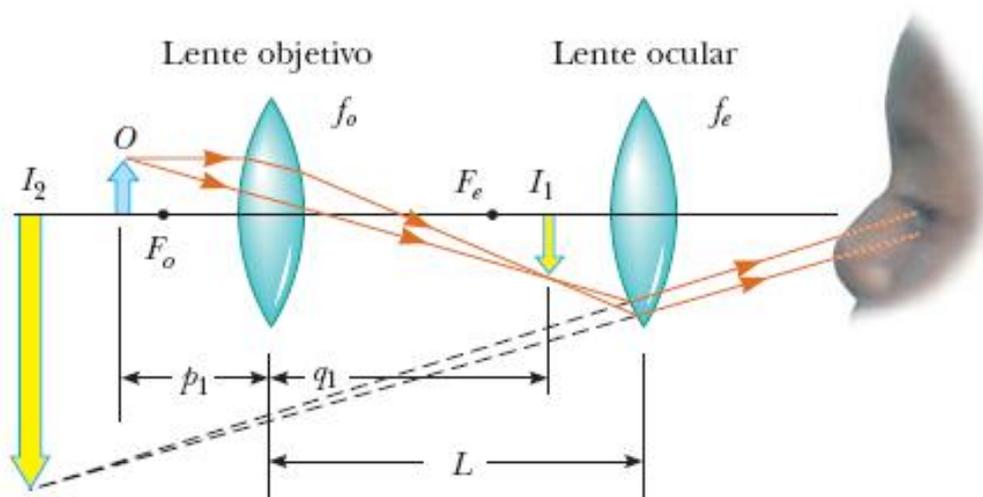
LUPA (ver del libro): Se utiliza para aumentar el tamaño aparente de los objetos



La Lupa se mueve hasta que la imagen VIRTUAL se forme en el punto de visión proximal de la persona.

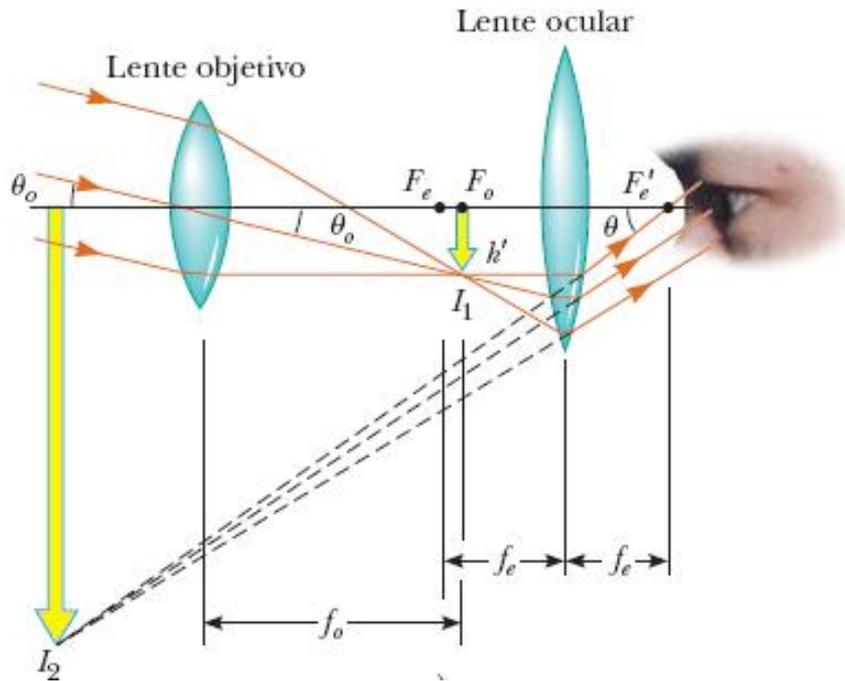
MICROSCOPIO (ver del libro):

SISTEMA DE DOS LENTES CONVERGENTES: Objetivo y Ocular



El ocular funciona como una lupa. Se enfoca hasta que la imagen VIRTUAL se forme en el punto de visión proximal de la persona. La imagen final está invertida respecto del objeto.

TELESCOPIO DE REFRACCION (ver del libro): SISTEMA DE DOS LENTES CONVERGENTES: Objetivo y Ocular



La imagen final es VIRTUAL y se forma prácticamente en el infinito. La longitud del tubo es igual a la suma de las distancias focales del objetivo y del ocular.

!!!Fin clase 7 de 8!!!