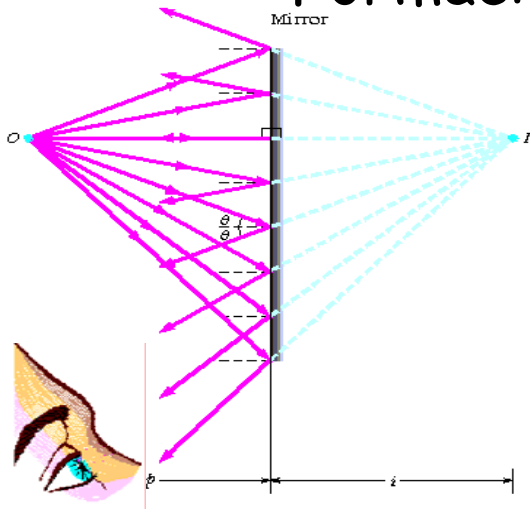


# Física II- Curso de Verano 2014

Clase 7

# Formación de imágenes: ESPEJOS PLANOS

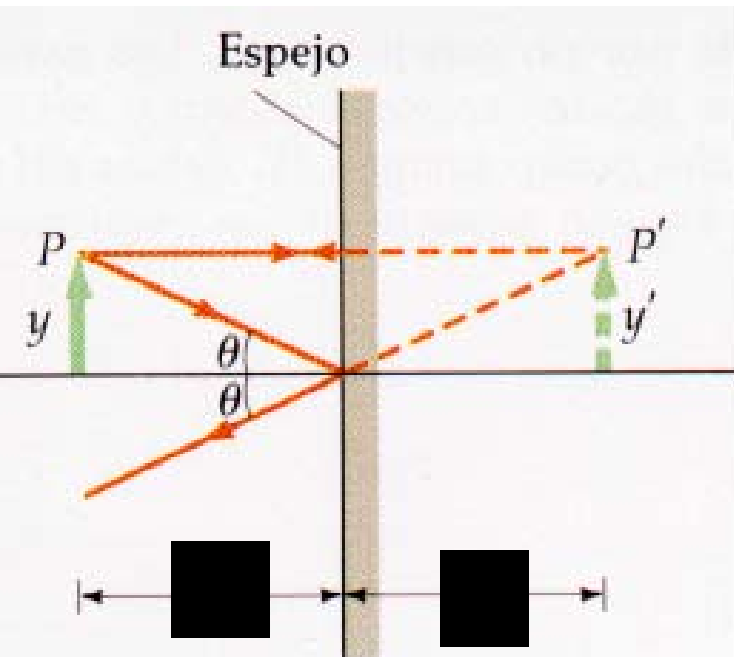


Leyes de reflexión

Imagen virtual, formada por la prolongación de los rayos

Distancia imagen = distancia objeto

$$d_o = d_i$$



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

altura objeto = altura imagen

$$h = h'$$

Definimos = aumento lateral =  $M$

$$M = \frac{\text{altura imagen}}{\text{altura objeto}} = \frac{h'}{h}$$

# Superficies curvas: Espejos

## Algunas definiciones

1) Llamaremos espejo esférico a todo cascarón esférico pulido.

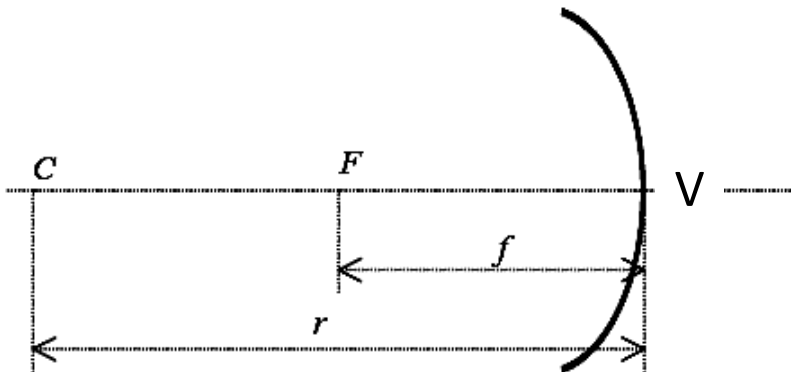
Superficie reflectora = INTERIOR → CONCAVO.

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

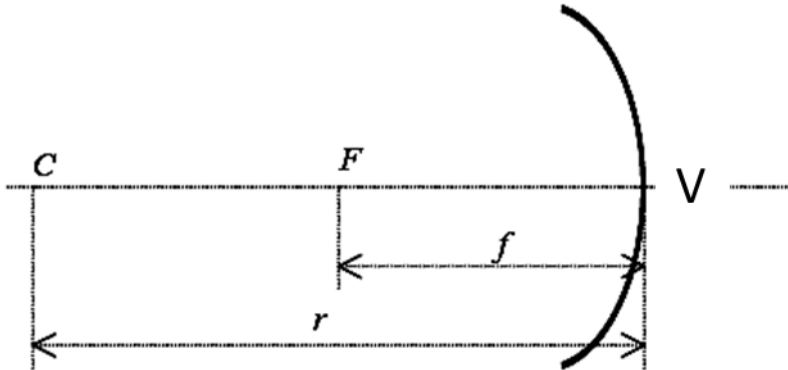
5) La recta pasa por los centros de curvatura y vértice ( $V$ ), EJE PRINCIPAL



Convención:

Todos los puntos situados del lado que incide la luz tienen abscisa positiva, y los situados a la derecha negativa.

# Formación de imágenes: ESPEJOS CURVOS



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

p : coordenada del objeto

q: coordenada de la imagen

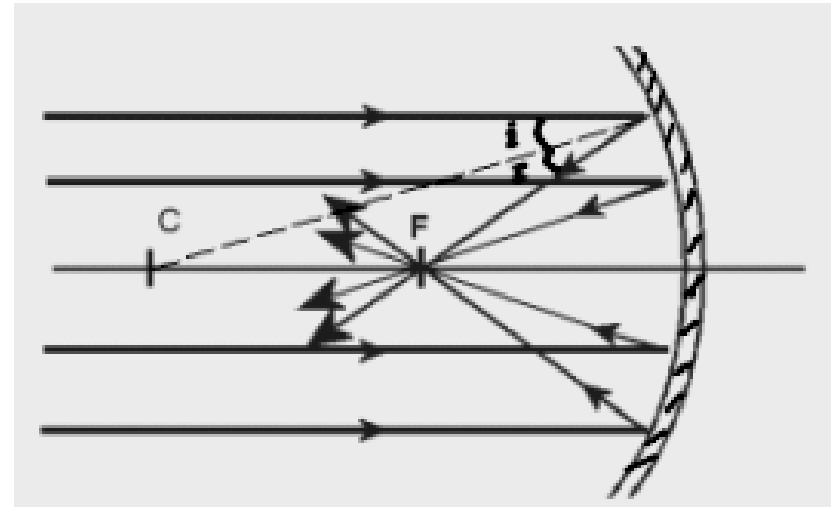
r: radio del espejo

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

Se verifica que

$$p \rightarrow \infty \quad \frac{2}{r} = \frac{1}{q}$$

$$f = r/2$$



A la distancia imagen se la denomina DISTANCIA FOCAL  $f$ .

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

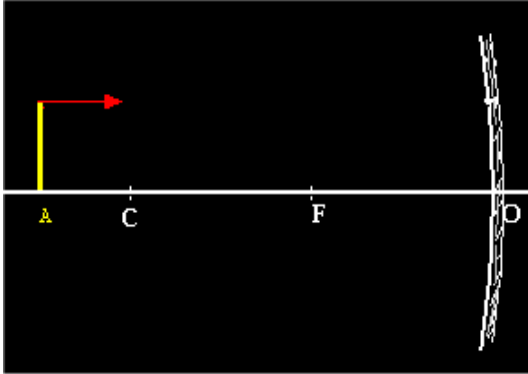
**Foco Objeto:** lugar donde debe estar el objeto para que la imagen se forme en el infinito ( $q \rightarrow \infty$ )

### CONSECUENCIA

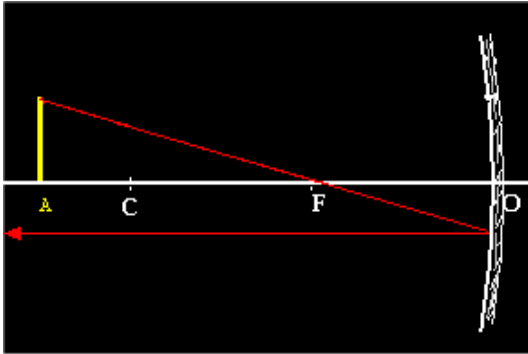
- *Los rayos que inciden paralelos al eje pasan por el foco imagen.*
- *Los rayos que inciden pasando por el foco objeto salen paralelos al eje óptico.*

# Objetos extensos

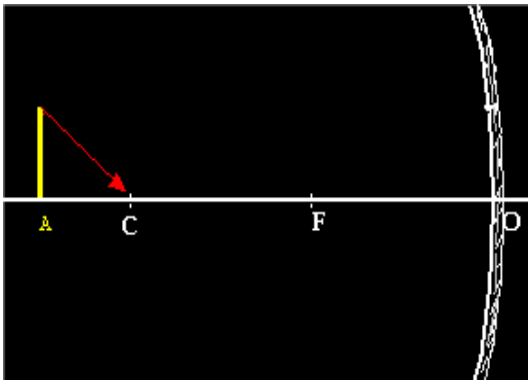
La trayectoria de los rayos al incidir en el espejo cumple las leyes de la reflexión



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

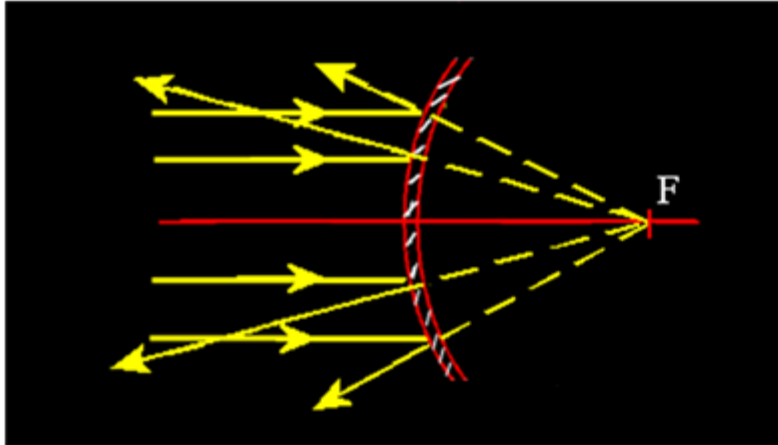


b) Todo rayo que pasa por el foco sale paralelo al eje principal.



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

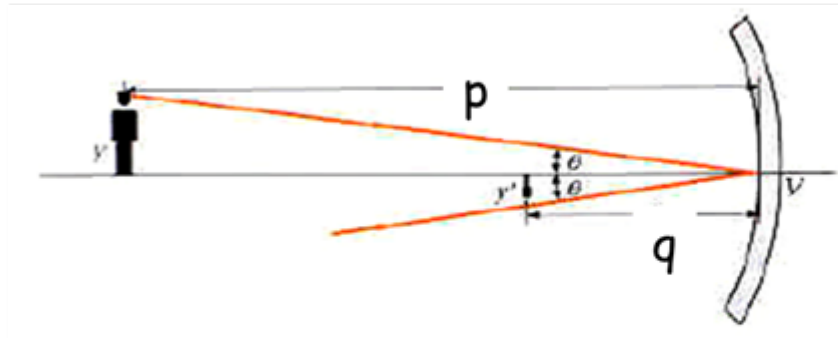
## Espejos convexos



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



$y \neq y'$

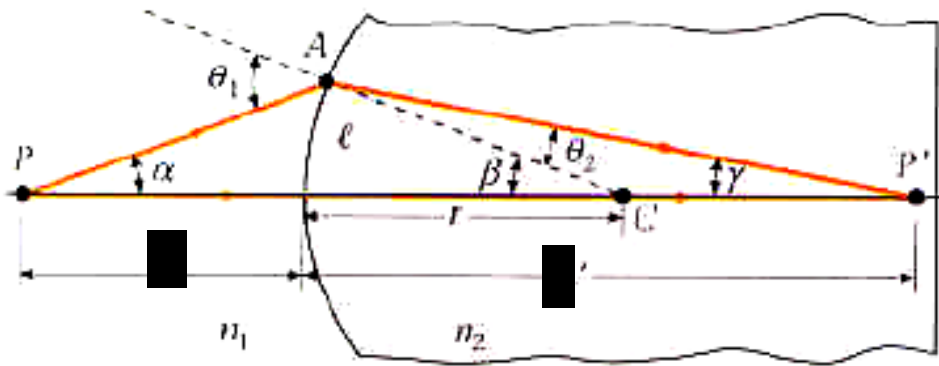
$$M = \frac{y'}{y} = -\frac{q}{p}$$

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

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



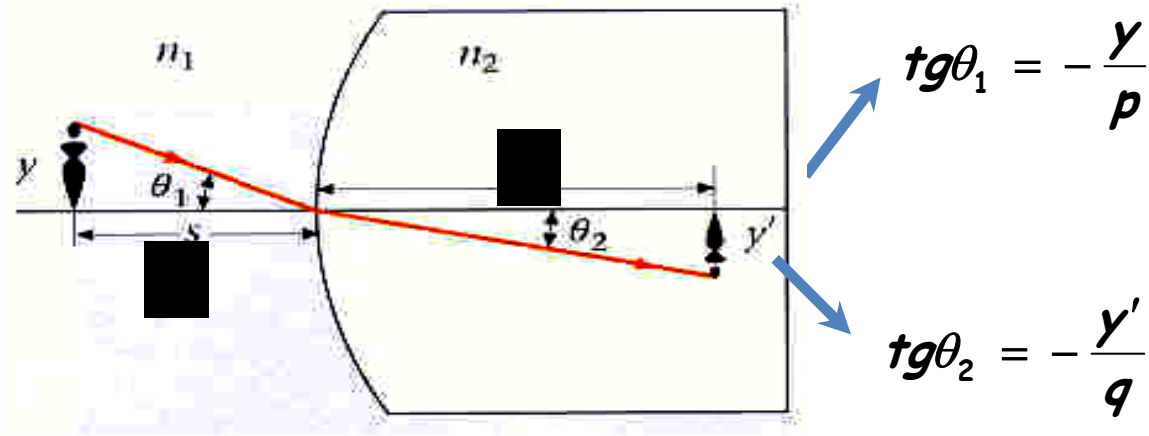
Para encontrar la relación entre  $p$  y  $q$ ,

- 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

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

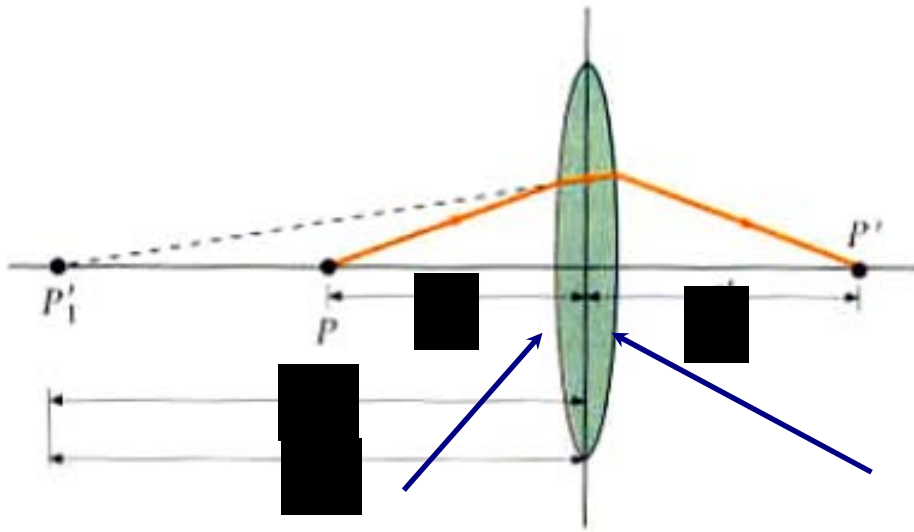
Caso particular: Superficies planas

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

# Lentes delgadas:







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

## Ecuación del Constructor



$$\frac{1}{p} - \frac{n}{q_1} = \frac{1-n}{r_1}$$

$$\frac{n}{p_2} - \frac{1}{q} = \frac{n-1}{r_2}$$

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

convergentes

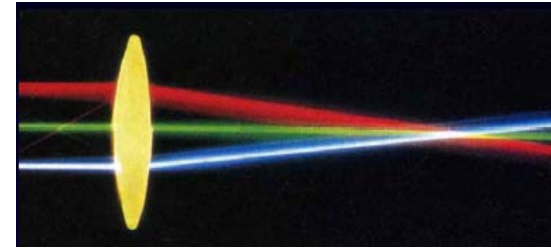
divergentes

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

# Lentes delgadas:

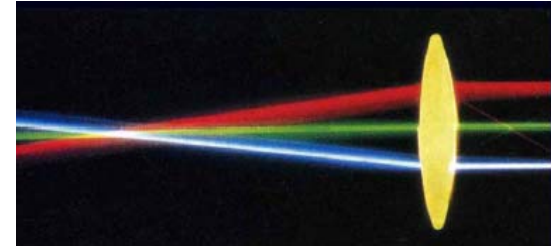
Foco imagen ( $p = \infty$ )

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



Foco objeto ( $q = \infty$ )

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

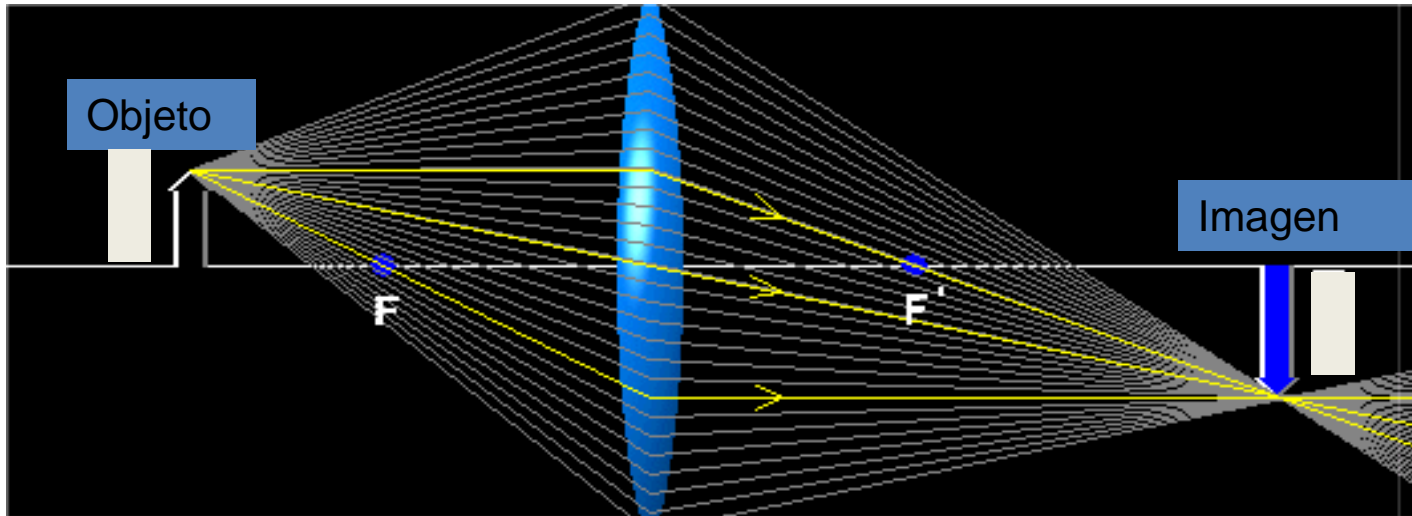


$$f = -f'$$

Ecuación de una lente delgada

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

## Reglas de construcción de imágenes en las lentes.

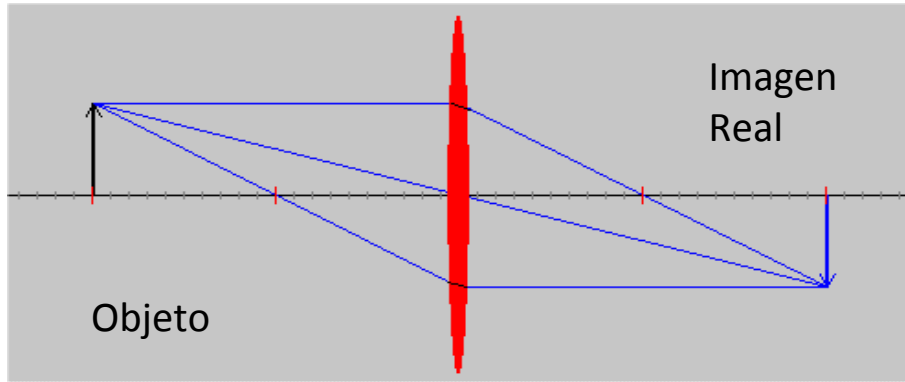


Rayos paralelo al eje óptico, pasa por el foco imagen,  $f'$  .

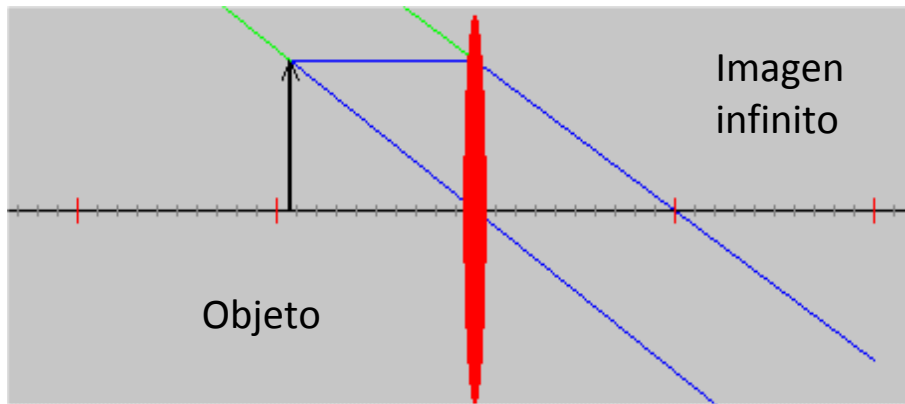
Rayo que pasa por el foco objeto, emerge paralelo al eje óptico.

Rayos que pasa por el centro óptico no sufre desviación.

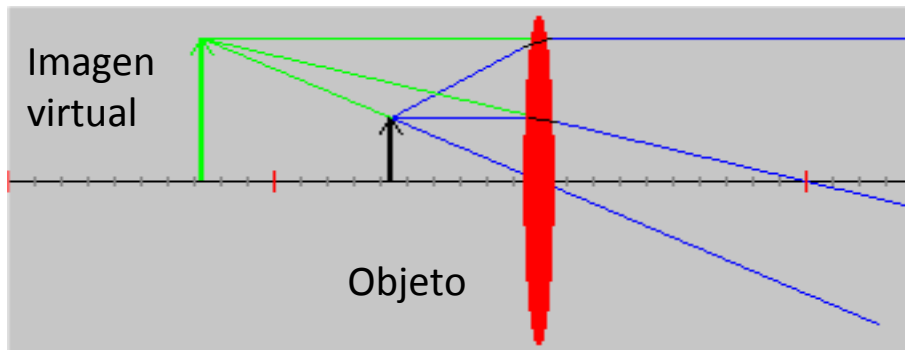
# Ejemplos de formación de la imagen



Objeto en  $2f$



Objeto en  $f$



Objeto entre  $f$  y la lente

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

EL OJO

LUPA

MICROSCOPIO

TELESCOPIO

(ver del libro)