

OPTICA

- Óptica Geométrica
- Óptica Física
- Óptica Cuántica

Sin importar cuál sea su fuente, la radiación electromagnética viaja en el vacío con la misma velocidad. La velocidad de la luz en el vacío es

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$

o $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$, con tres cifras significativas.

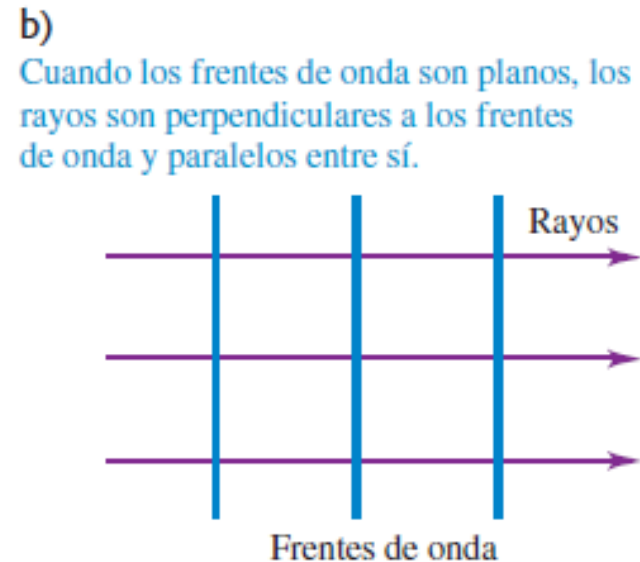
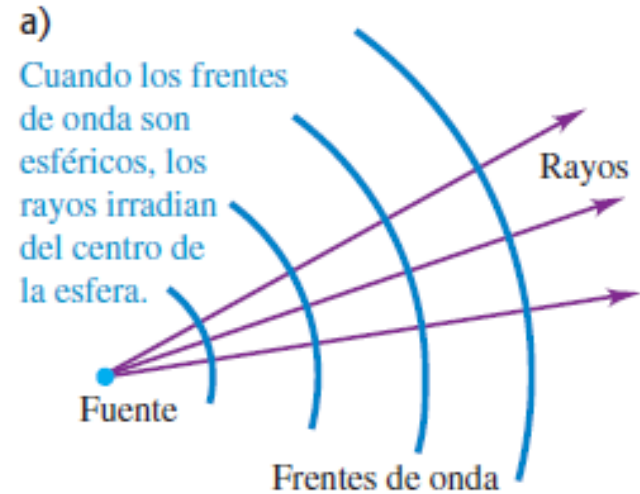
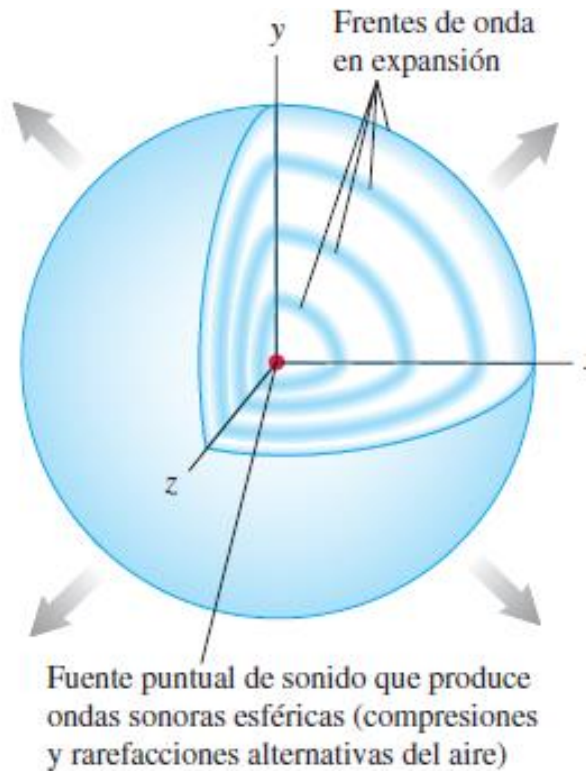
Índice de refracción

$$n = c / v$$

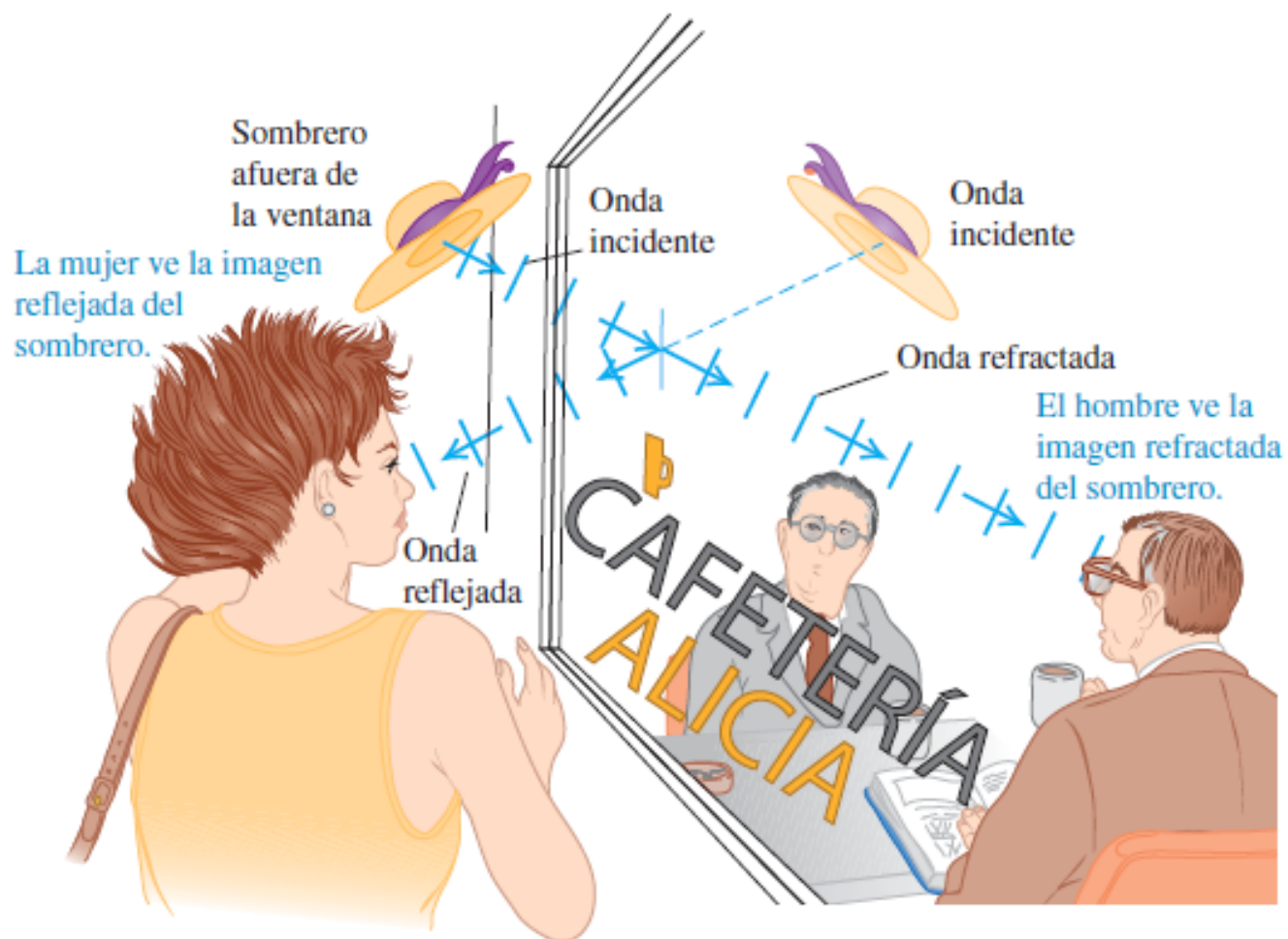
Valores de n para luz amarilla de sodio ($\lambda_0 = 589 \text{ nm}$)

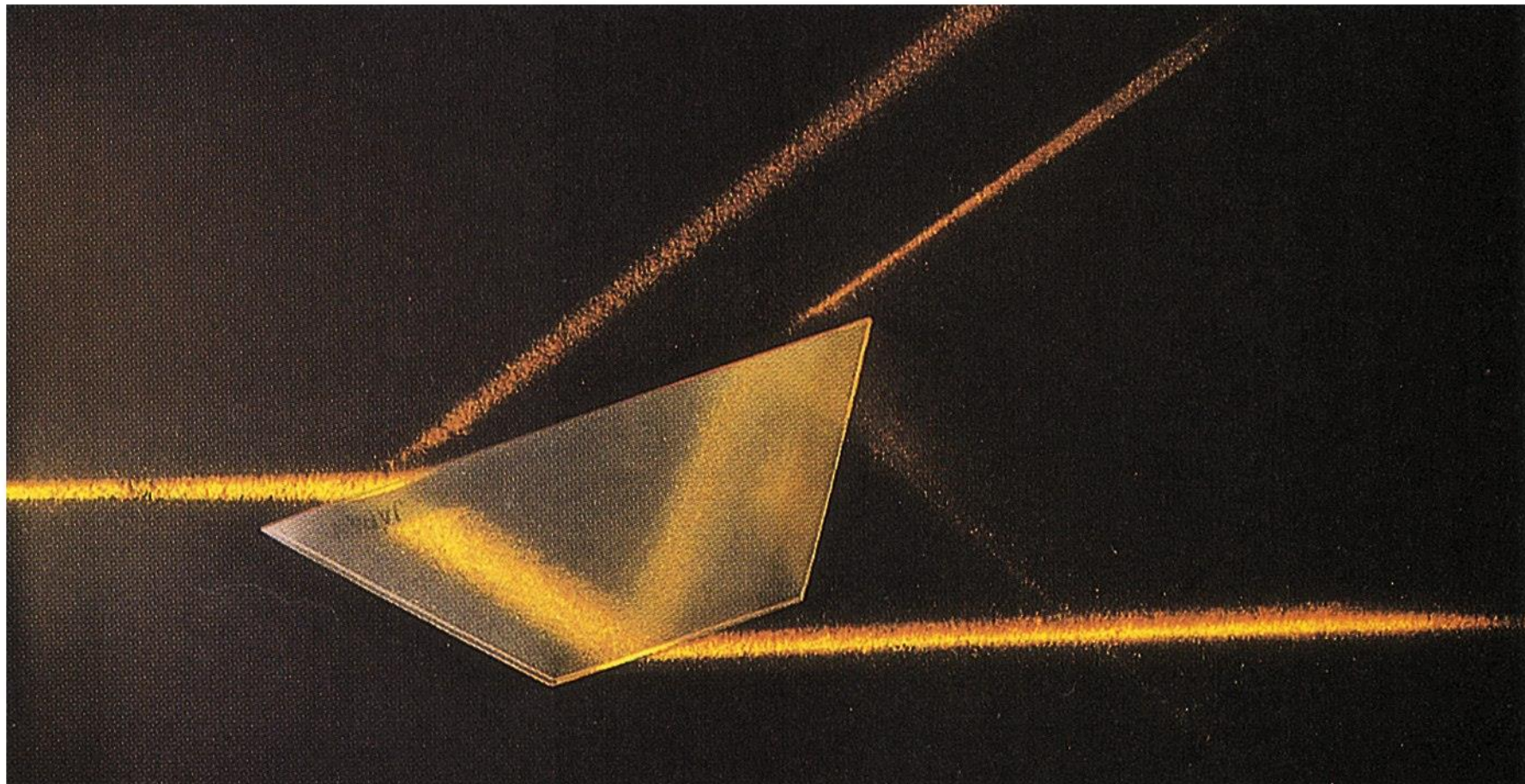
Vacio	1
Aire	≈ 1
Hielo	1.309
Agua	1.333
Etanol	1.36
Glicerina	1.473
Benceno	1.501
Vidrio	1.52 a 1.66
Cuarzo	1.544
Diamante	2.417

Frente de onda y concepto de rayo

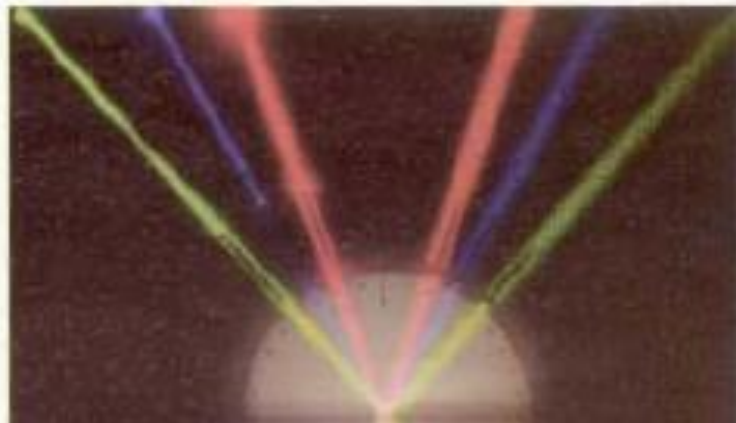
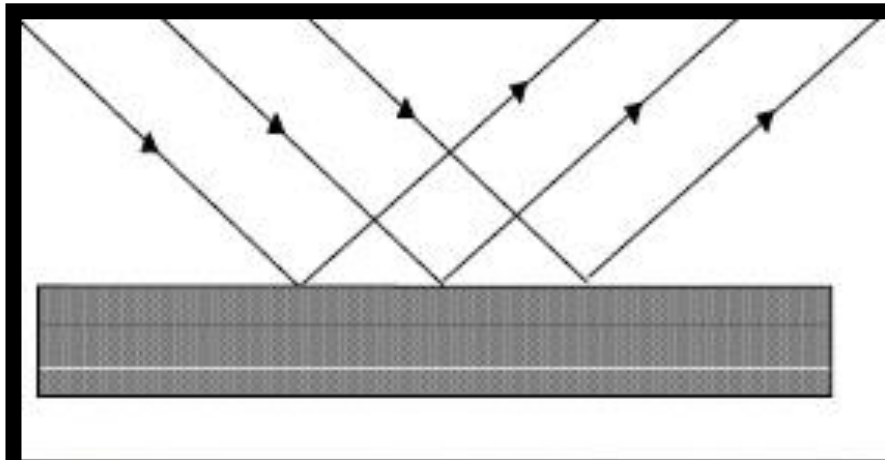


a) Ondas planas reflejadas y refractadas en una ventana

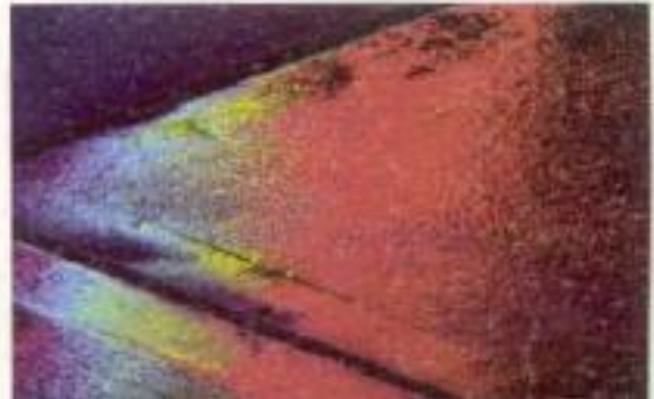
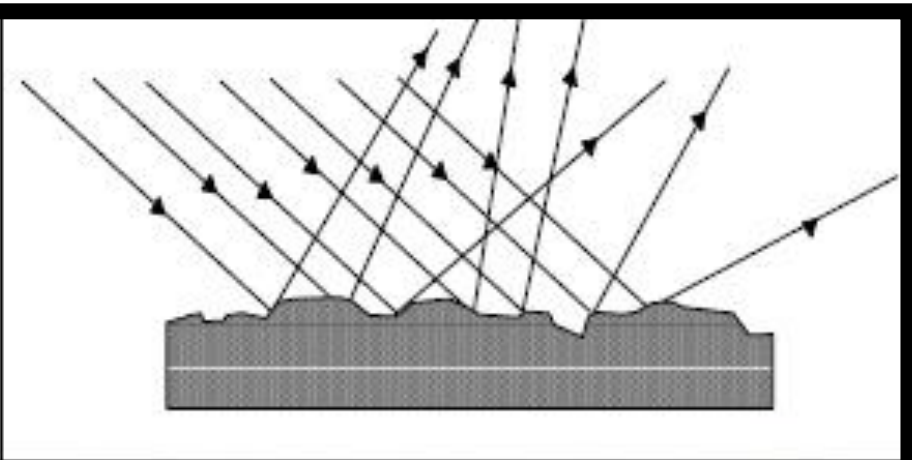




Reflexión especular

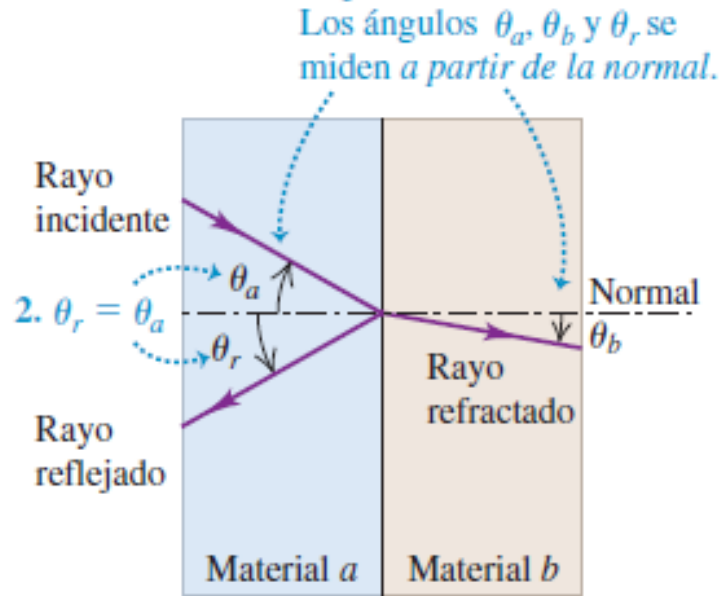


Reflexión difusa



33.7 Las leyes de reflexión y refracción.

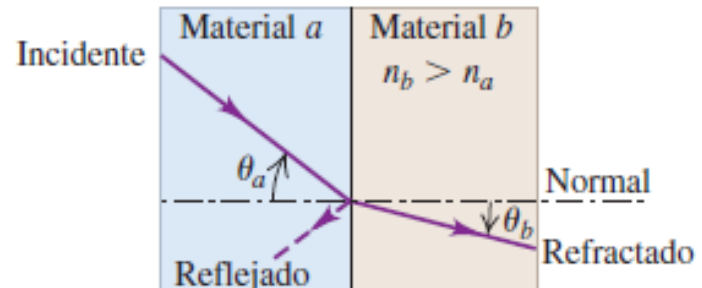
1. Los rayos incidente, reflejado y refractado, así como la normal a la superficie, yacen todos en el mismo plano.



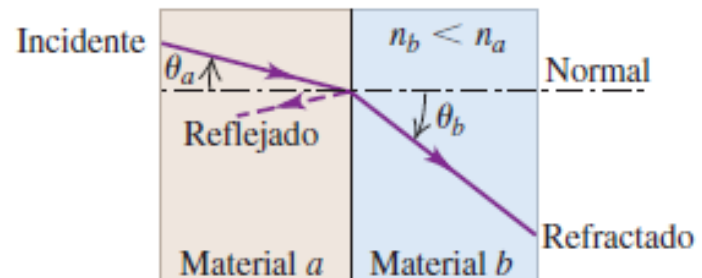
3. Cuando un rayo de luz monocromática cruza la interfaz entre dos materiales dados a y b , los ángulos θ_a y θ_b se relacionan con los índices de refracción de a y b por medio de

$$\frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_b} = \frac{n_b}{n_a}$$

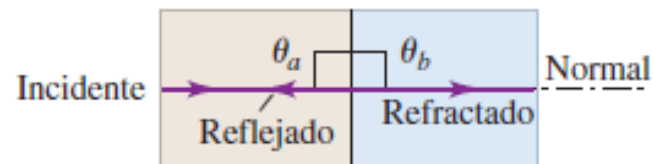
- a) Un rayo que entra a un material con *mayor* índice de refracción se desvía *hacia* la normal.



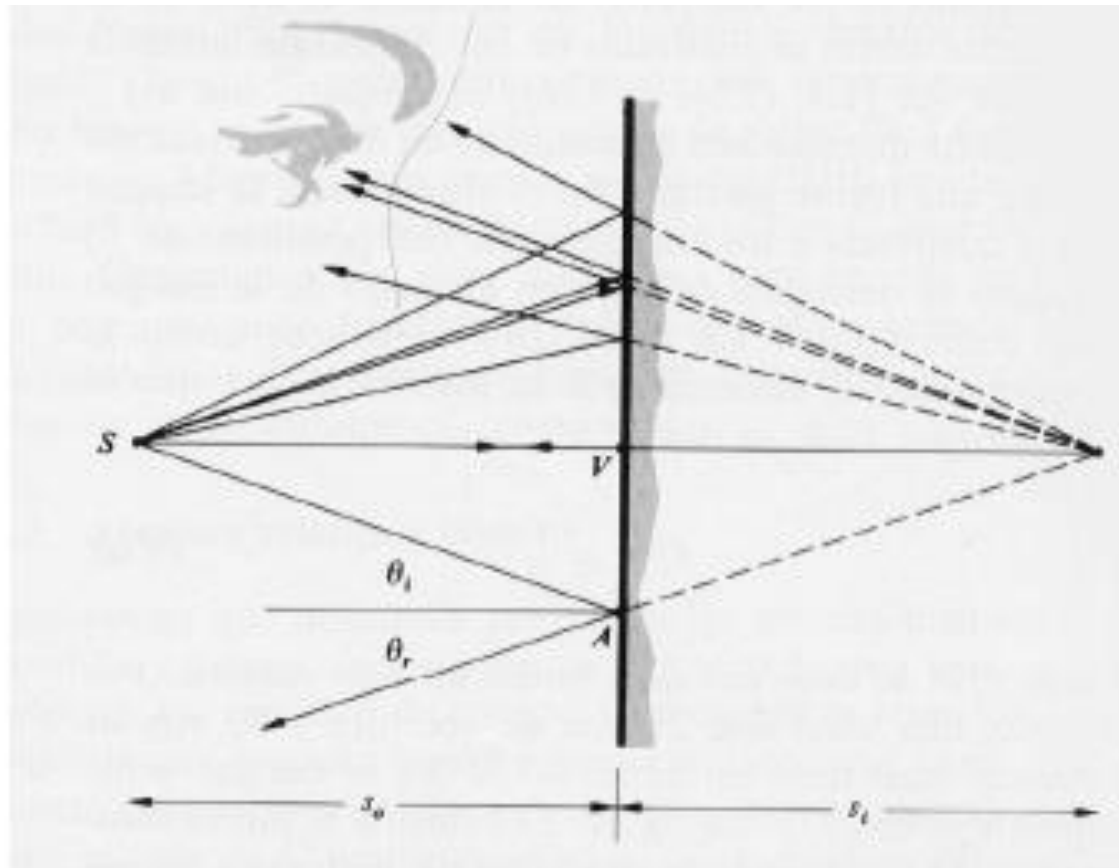
- b) Un rayo que entra a un material con *menor* índice de refracción se desvía *alejándose* de la normal.



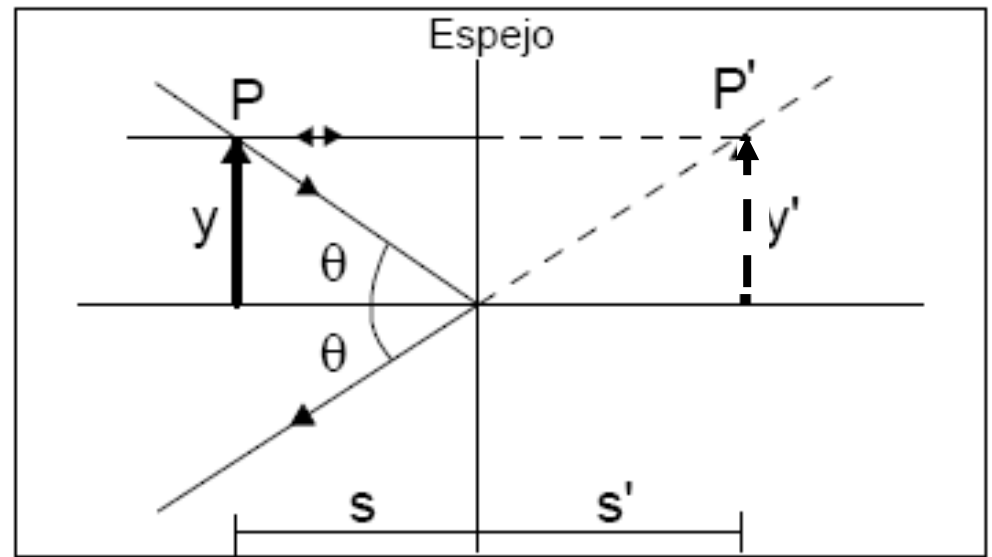
- c) Un rayo orientado a lo largo de la normal no se desvía, sin importar cuáles sean los materiales.



Formación de imágenes en un espejo plano

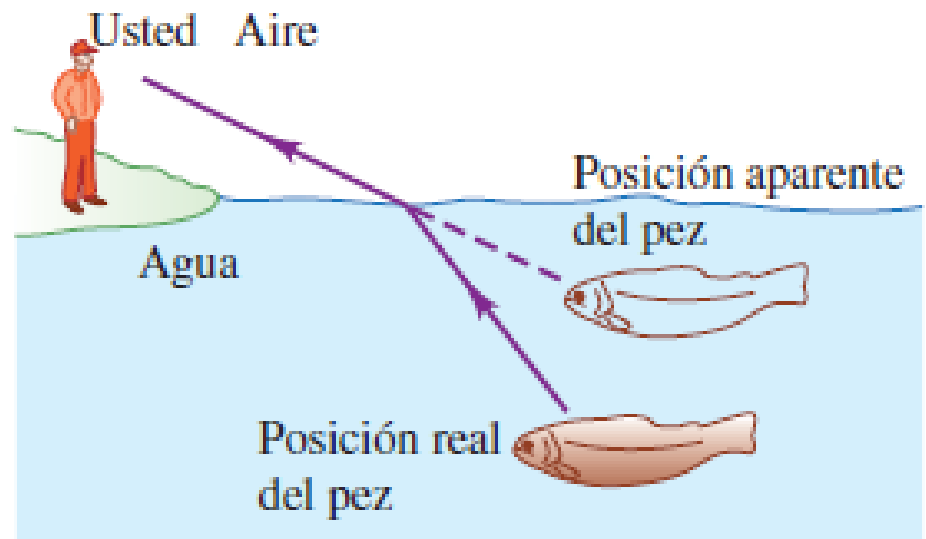
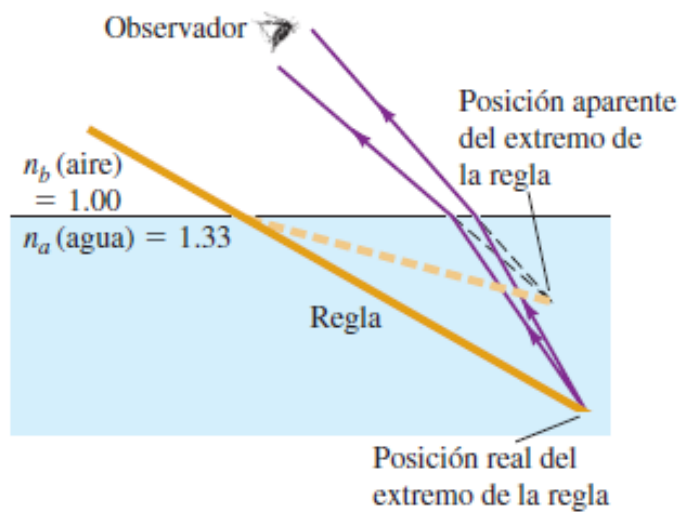


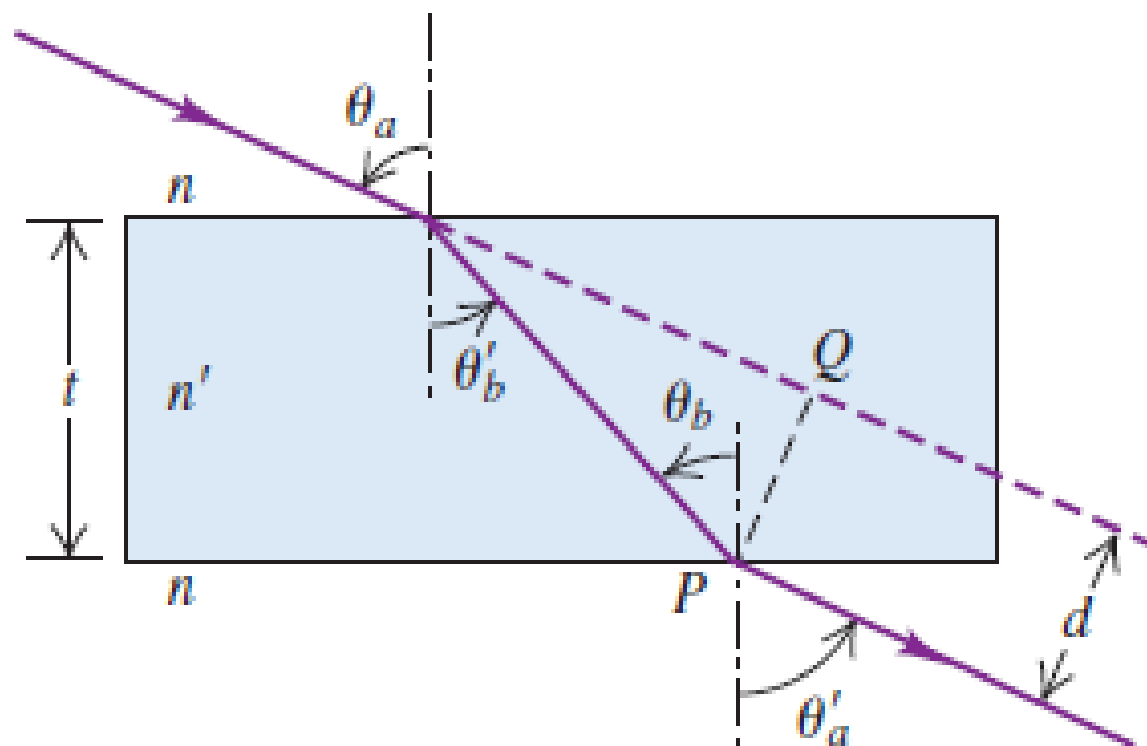
Reflexión en espejos planos

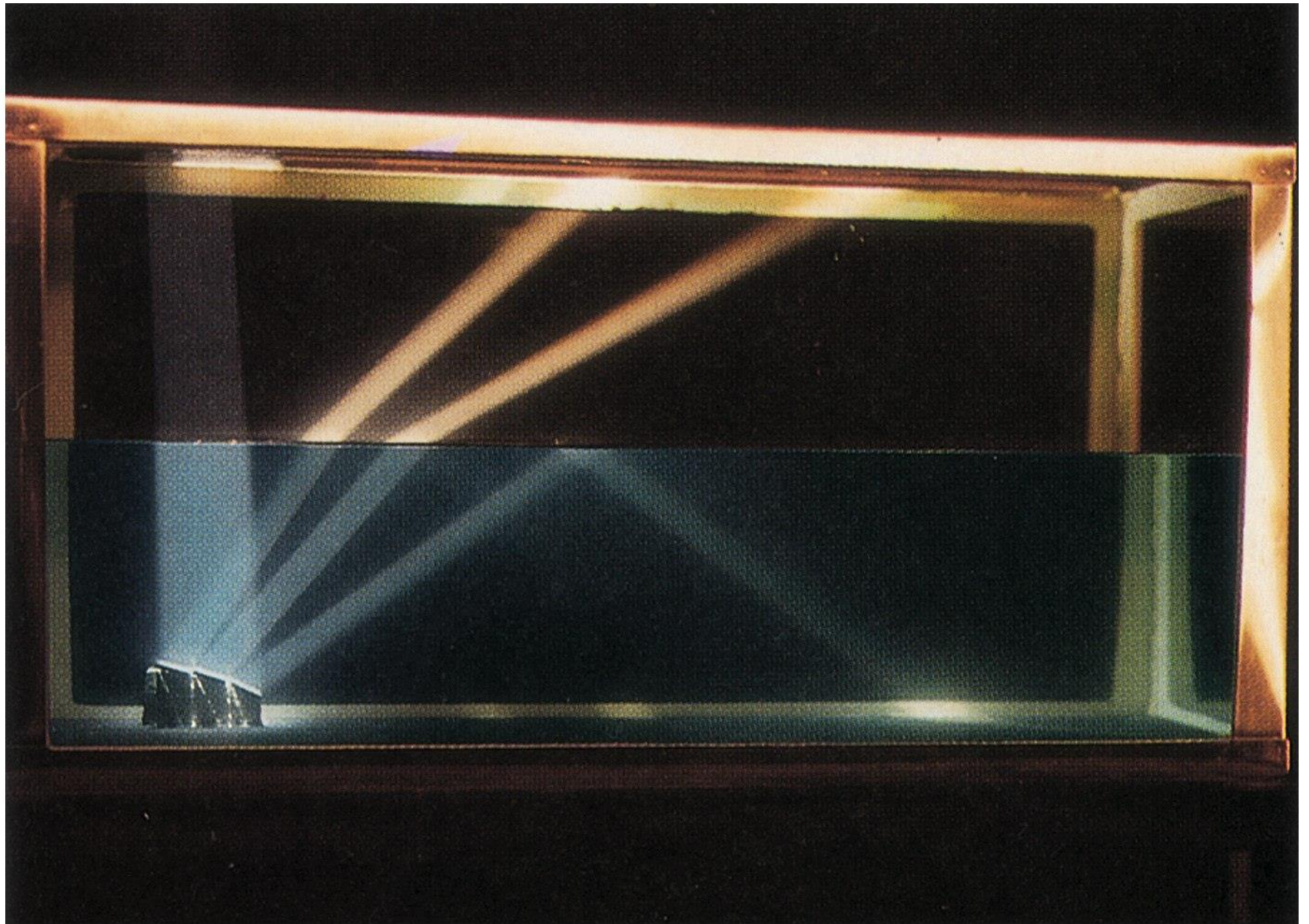


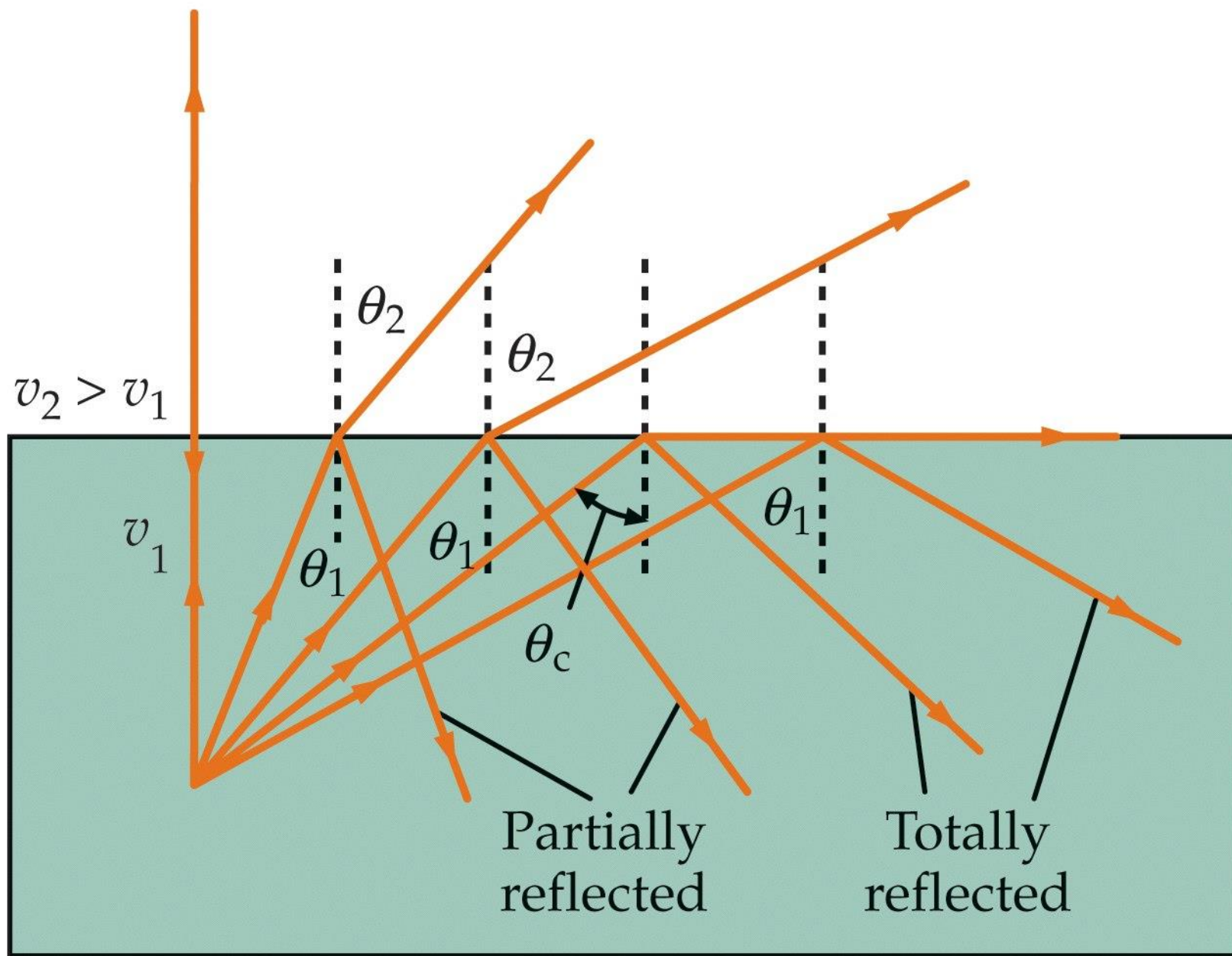


b) ¿Por qué se ve doblada la regla?





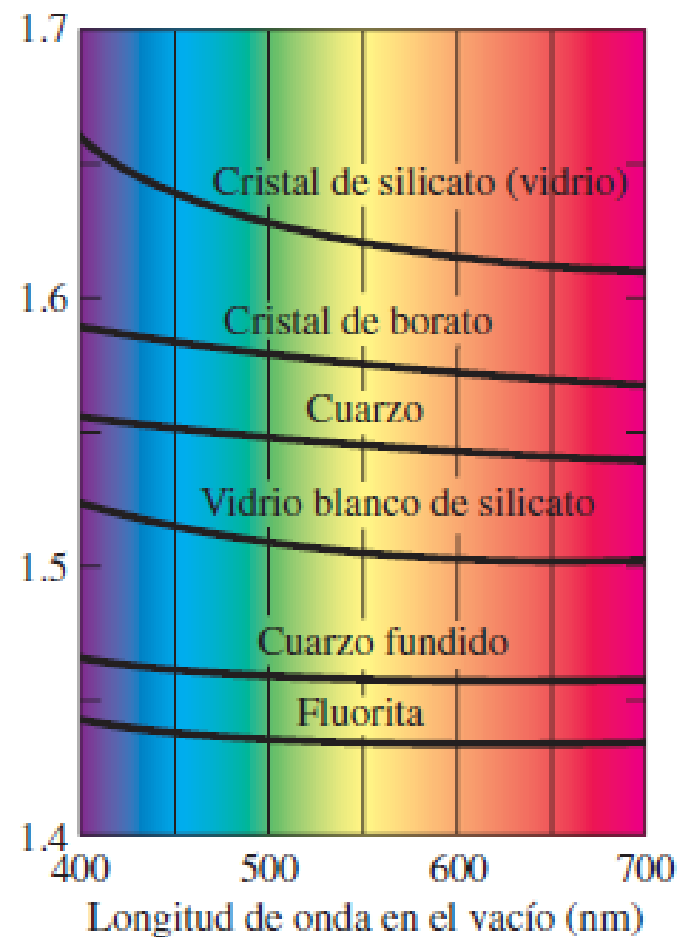


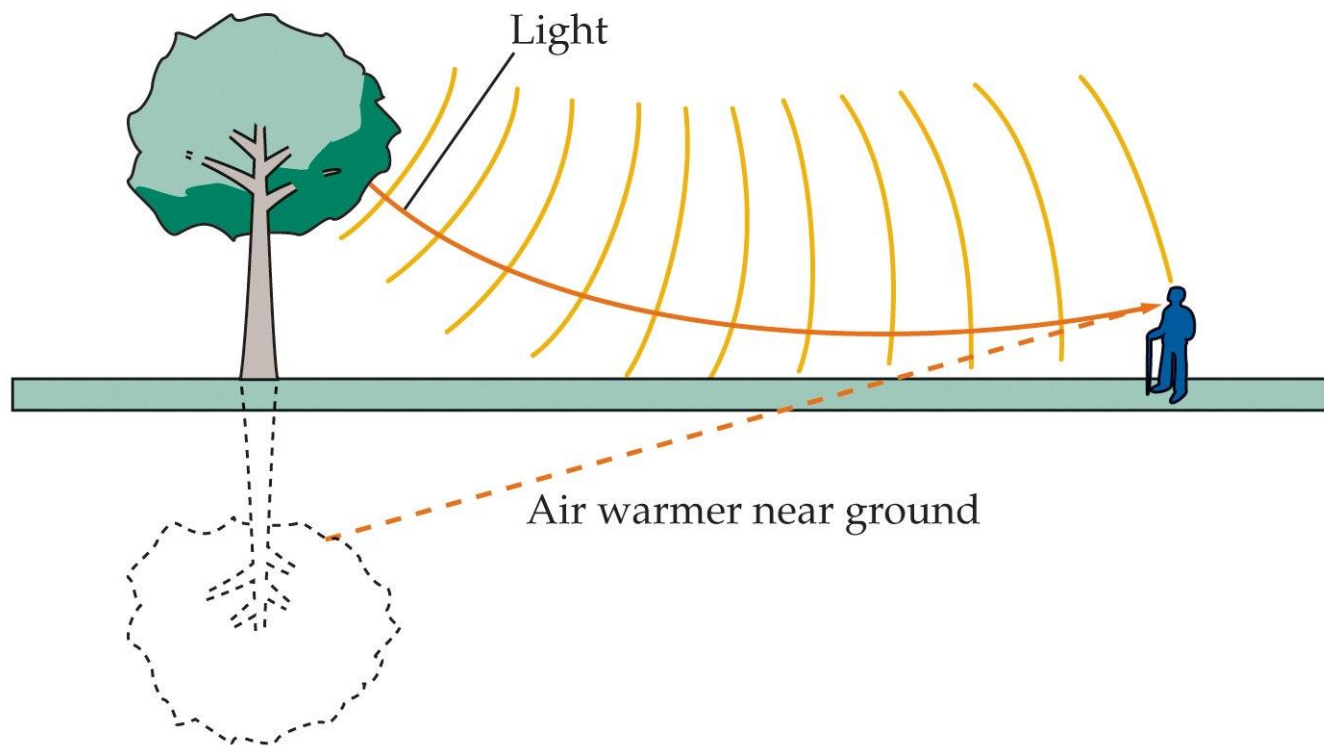
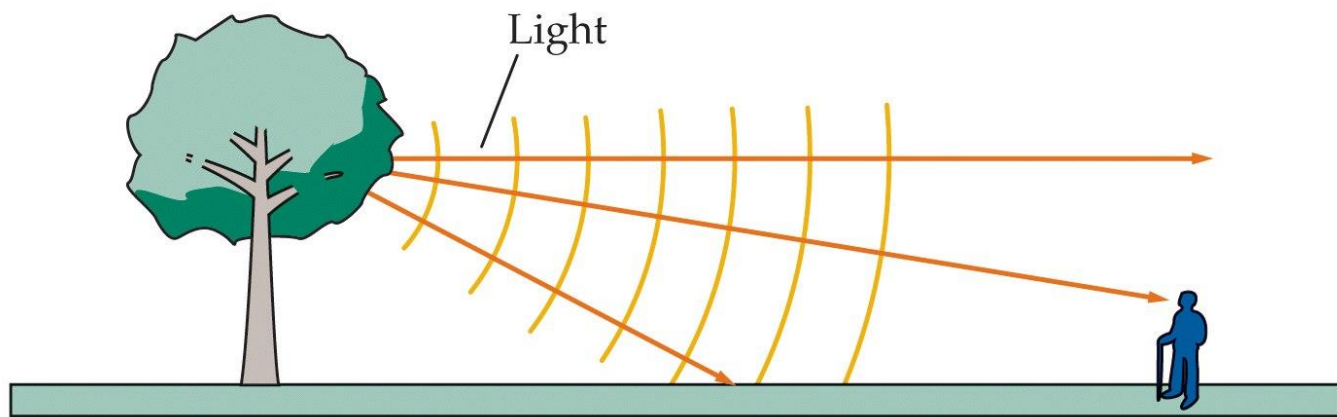




33.18 Variación del índice de refracción n con la longitud de onda en distintos materiales transparentes. El eje horizontal muestra la longitud de onda λ_0 de la luz *en el vacío*; la longitud de onda en el material es igual a $\lambda = \lambda_0/n$.

Índice de refracción (n)





Lentes delgadas



Bi-convexa



Plano-convexa



Menisco-convexa

(a) Lentes convergentes



Bi-côncava



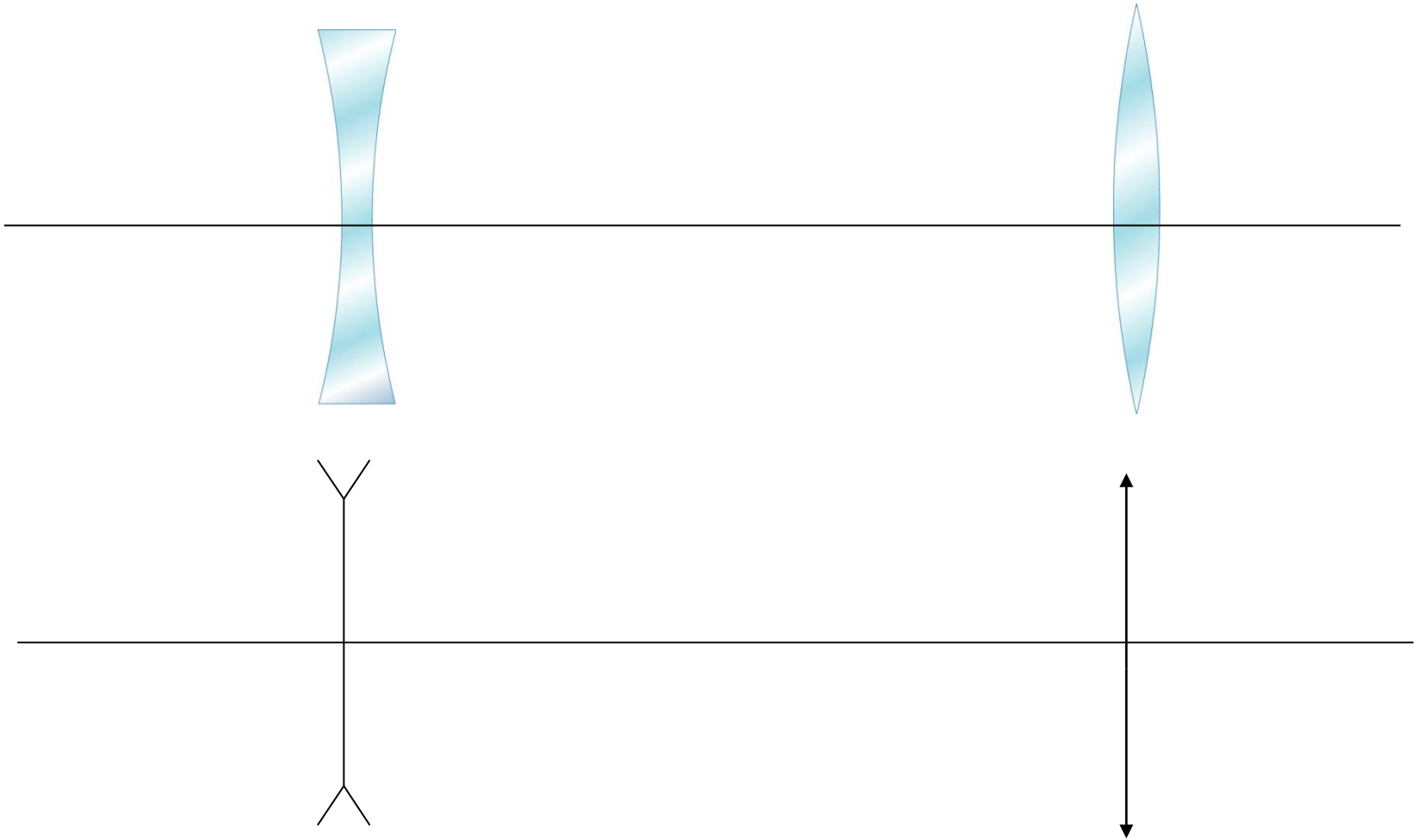
Plano-côncava



Menisco-côncava

(b) Lentes Divergentes

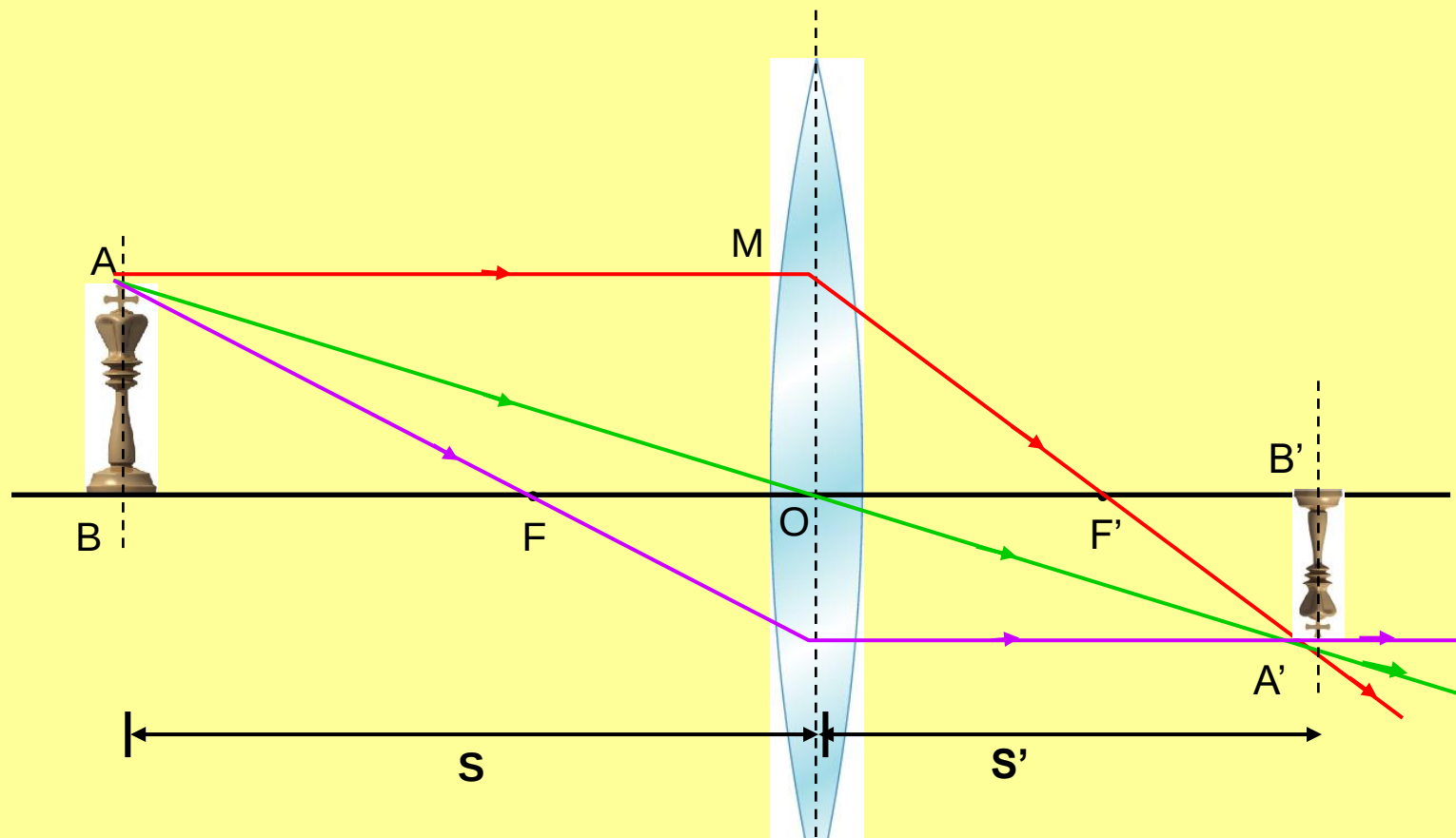
Simbología



Formación de Imágenes

OBJETO LEJANO

objeto situado a una distancia de la lente superior a la focal ($p > f$)



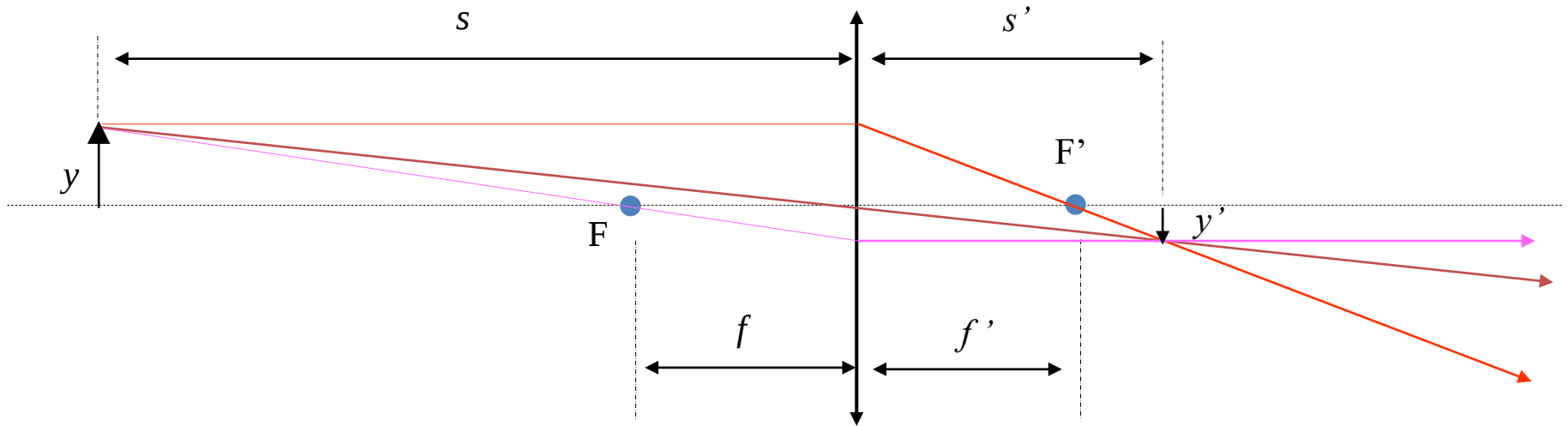
El tercer rayo para confirmar

Convenciones de signo

-	Símbolo	Enfrente	Atrás
Objeto	s	+	-
Imagen	s'	-	+

La distancia focal f , se considera positiva(+) en las lentes convergentes, y negativa(-) en las divergentes

FORMACIÓN DE IMAGEN. LENTE CONVERGENTE



ECUACIÓN DE GAUSS

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'}$$

Potencia lente

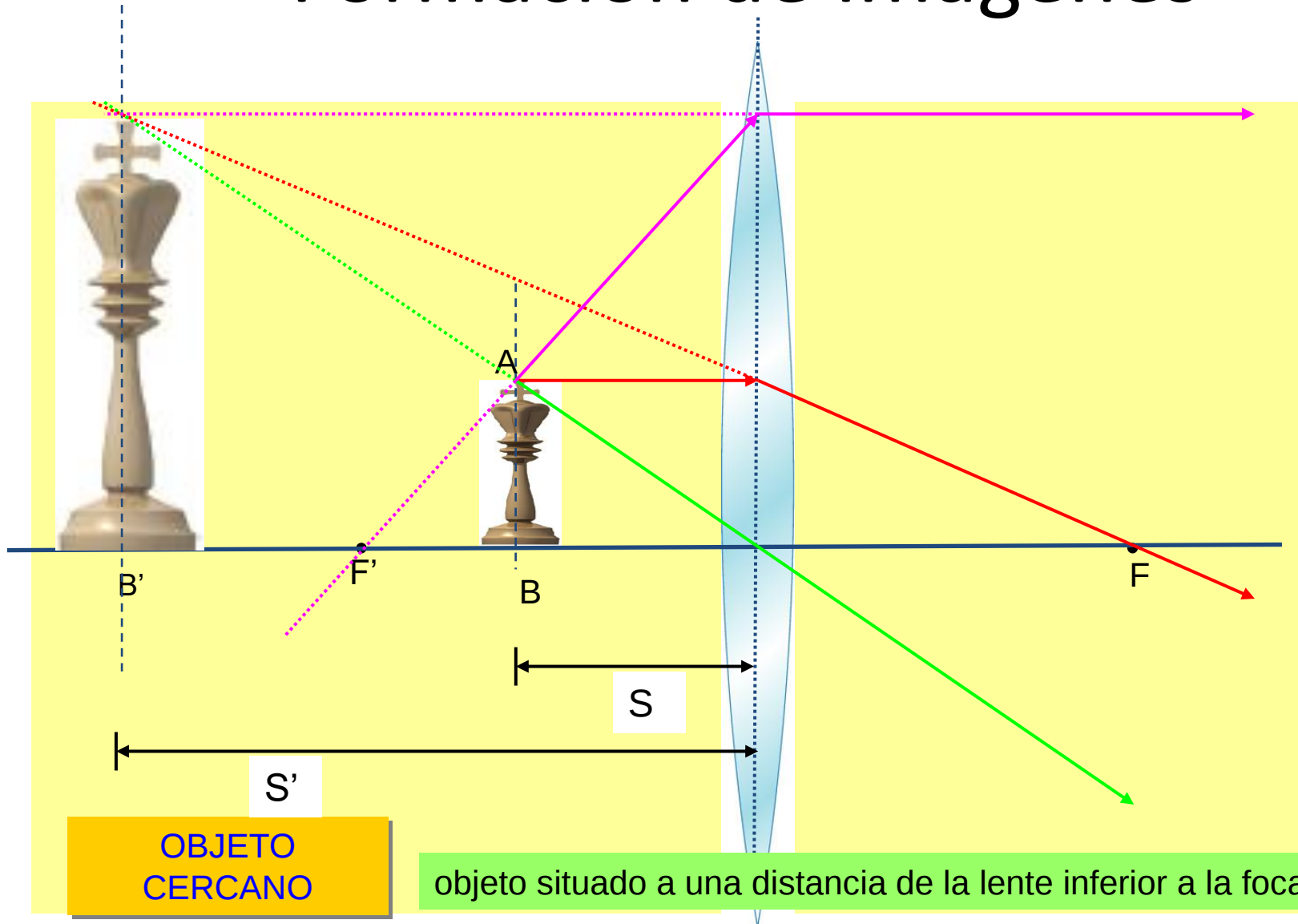
$$P = \frac{1}{f'}$$

(Si f' en metros, P en dioptrías)

Aumento lateral

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

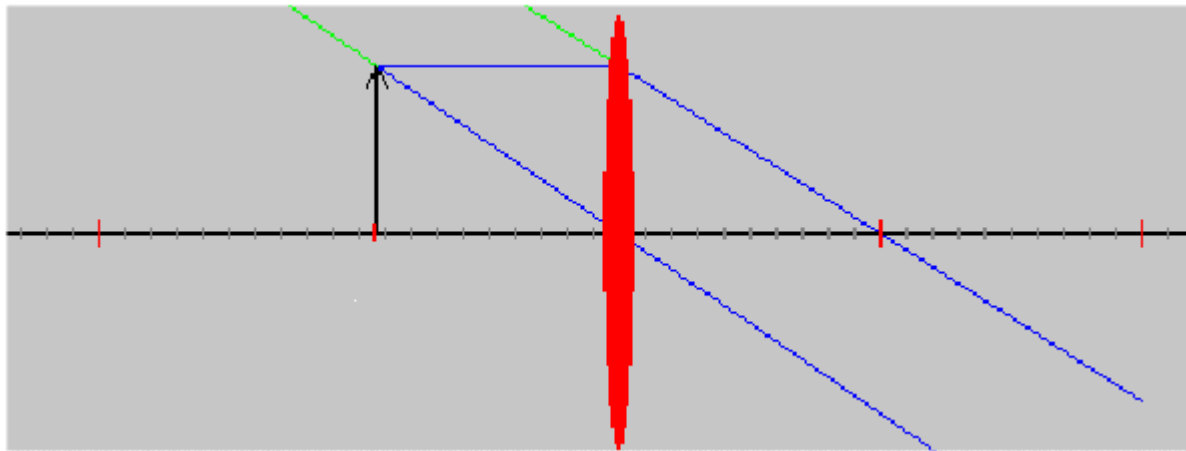
Formación de Imágenes



Caso límite

Probar en la simulación:

<http://www.educaplus.org/luz/lente2.html>



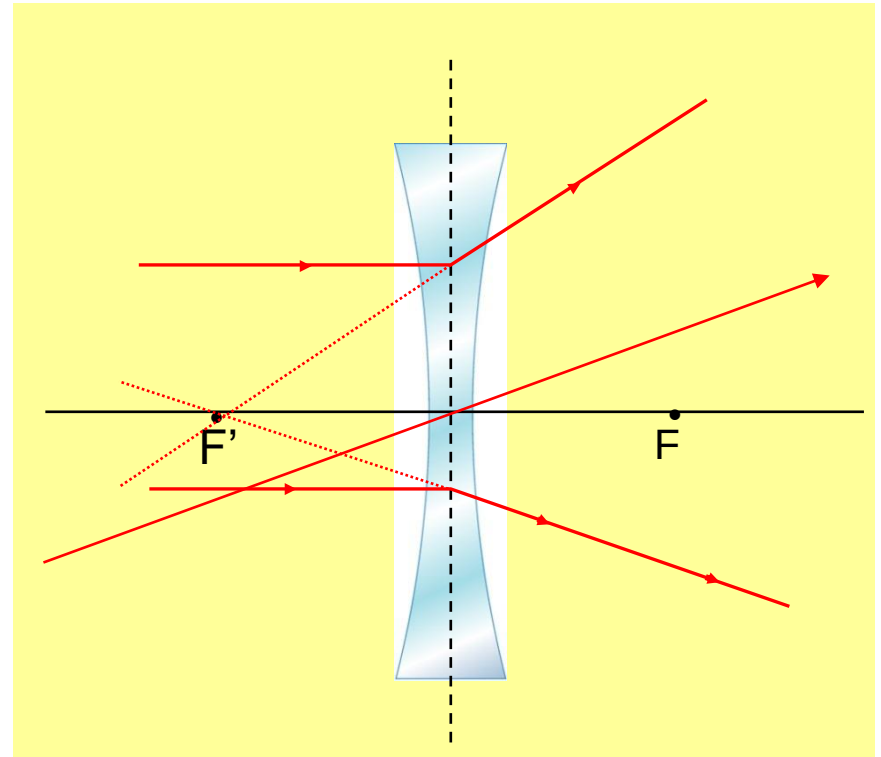
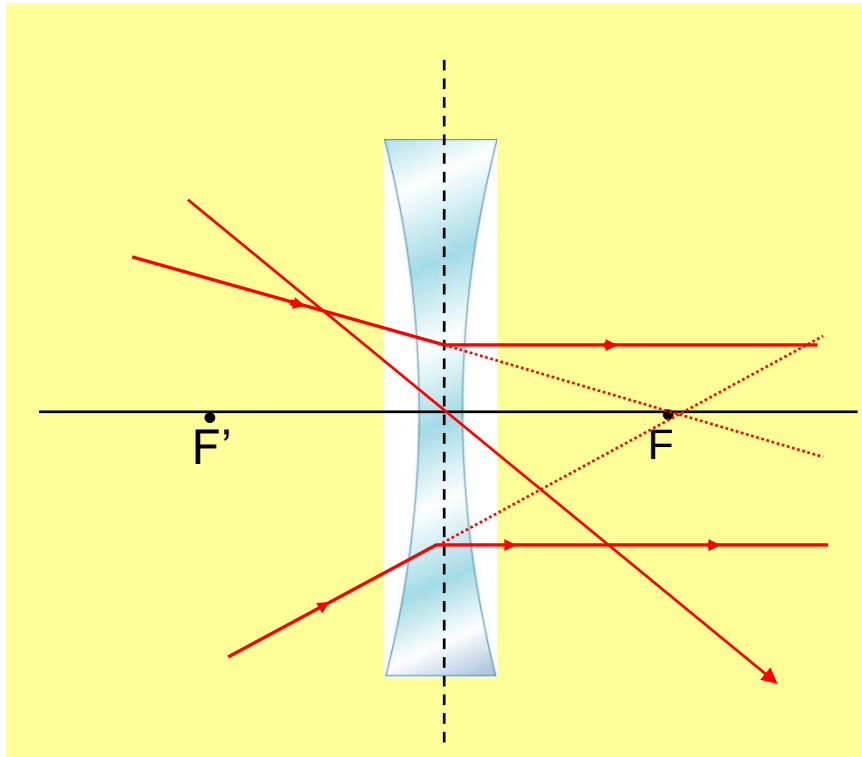
OBJETO
CERCANO 2

objeto situado a una distancia de la lente igual a la focal ($s = f$)

La imagen 'se forma' en el infinito

Lentes Divergentes

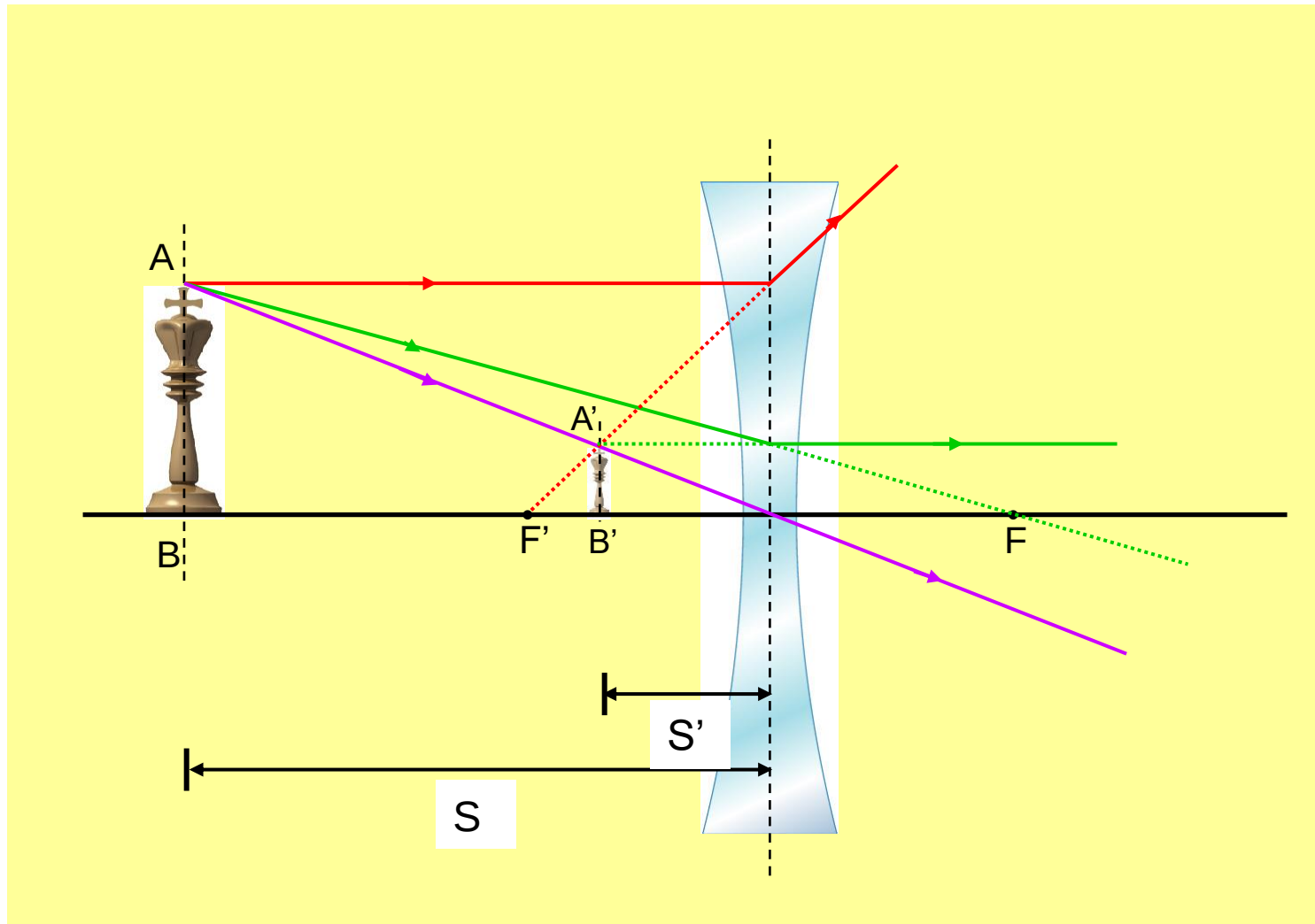
Marcha de rayos



Formación de Imágenes

OBJETO LEJANO

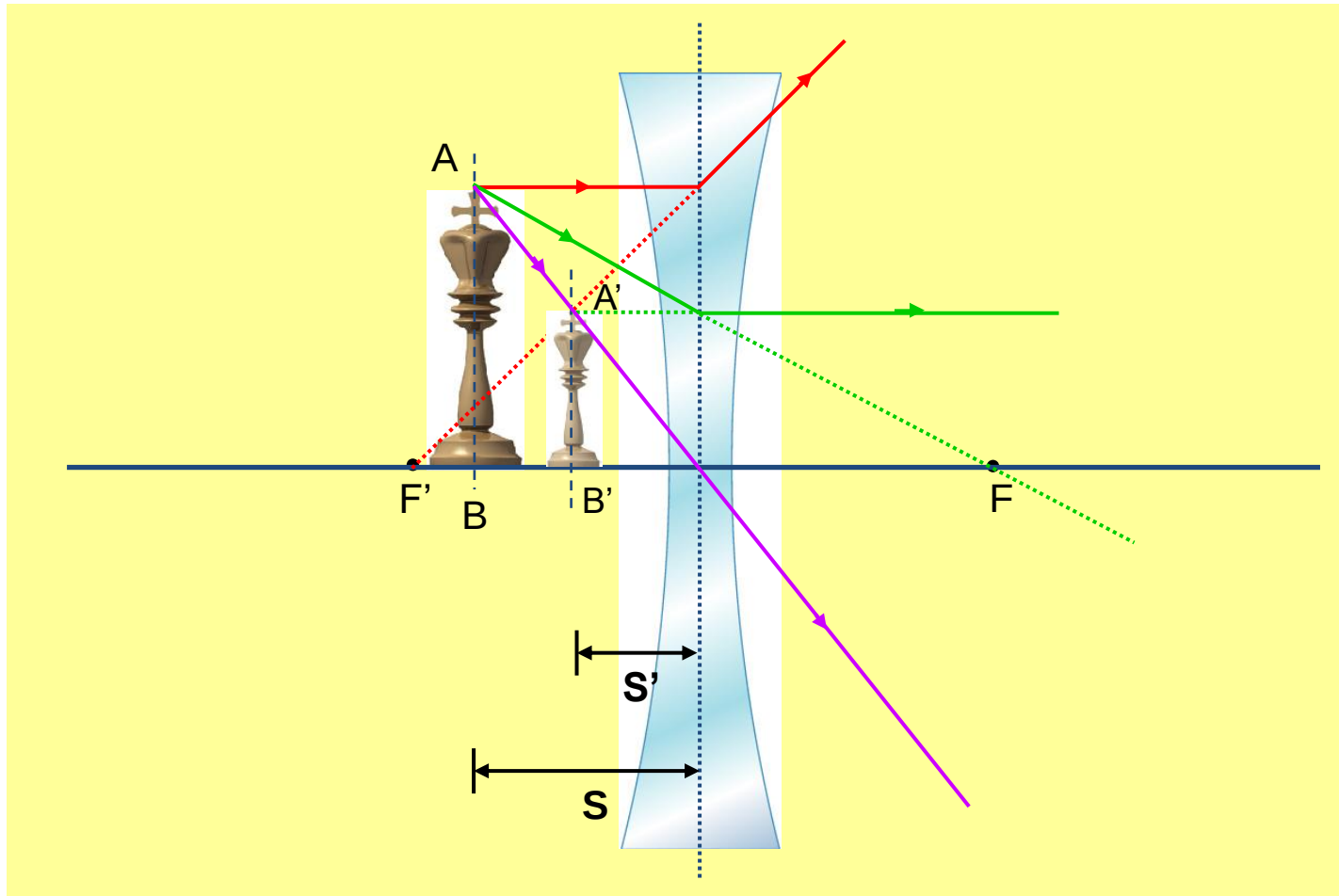
objeto situado a una distancia de la lente superior a la focal ($p > f$)



Formación de Imágenes

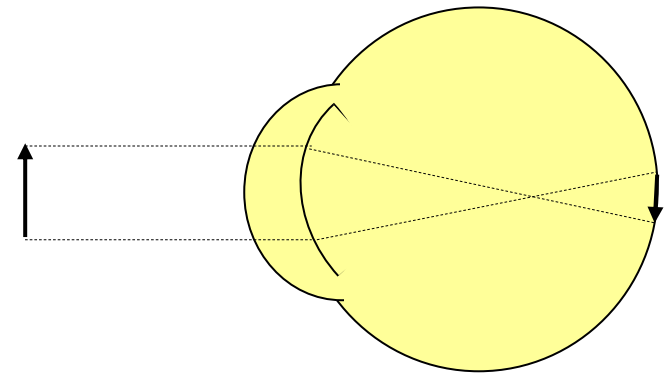
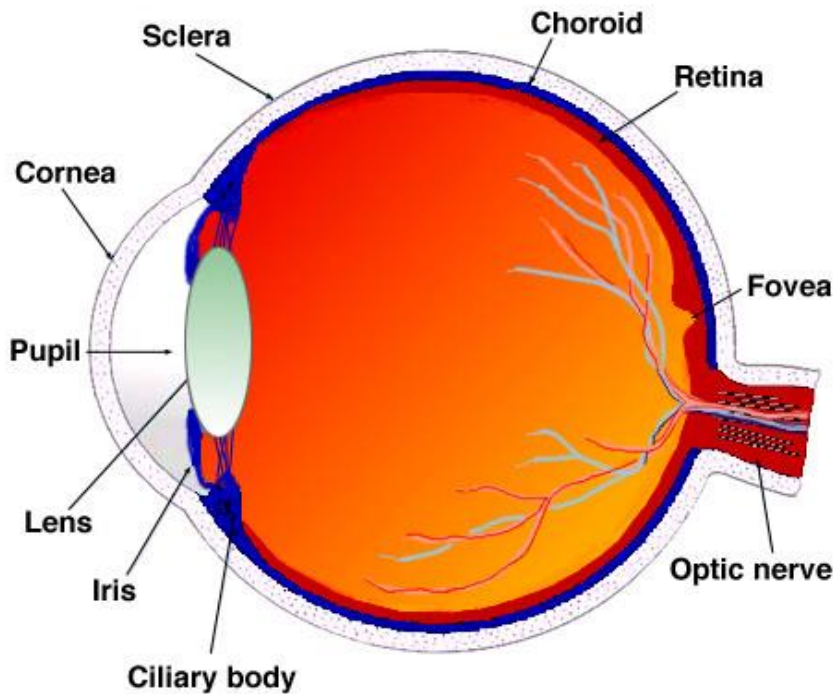
OBJETO
CERCANO

objeto situado a una distancia de la lente superior a la focal ($p > f$)

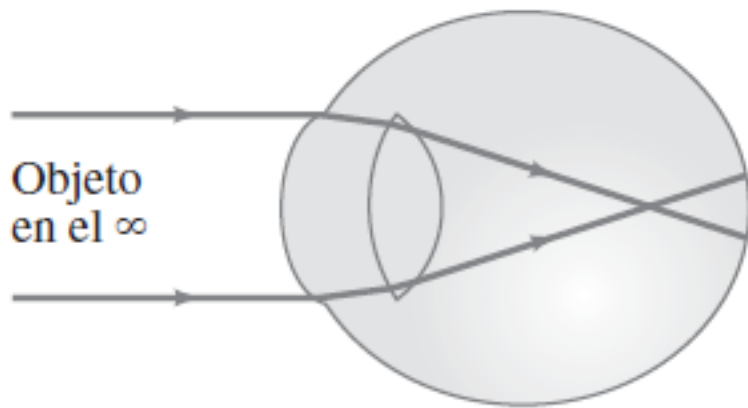


EL OJO HUMANO

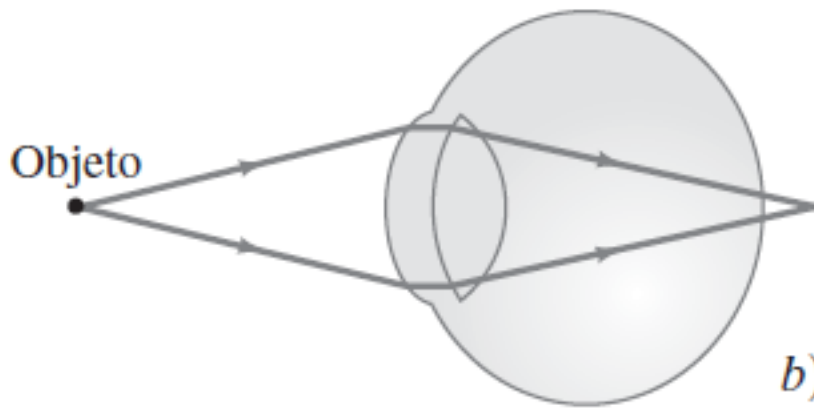
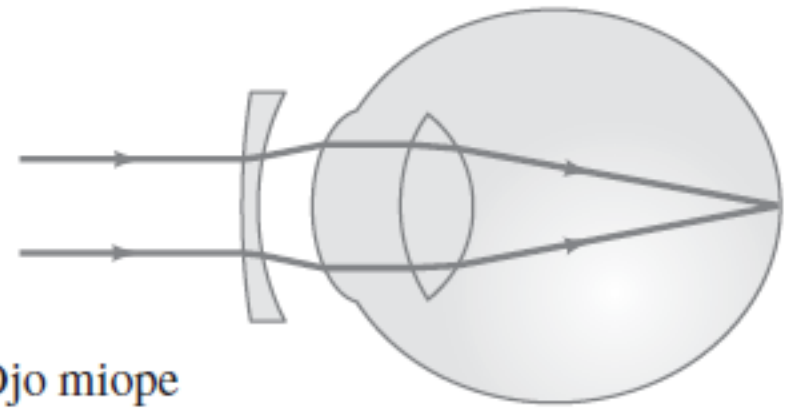
ACOMODACIÓN: Variación de la potencia del cristalino



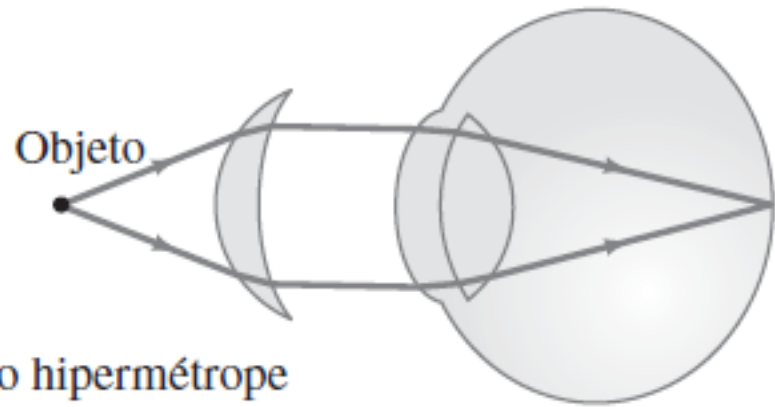
Ojo emétrope (visión normal)



a) Ojo miope

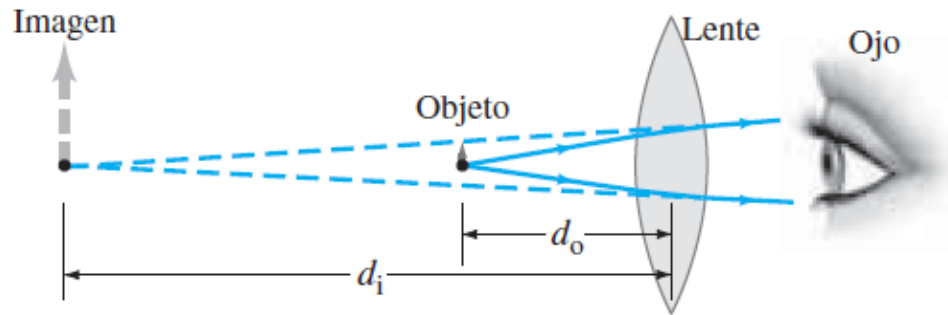


b) Ojo hipermetrope

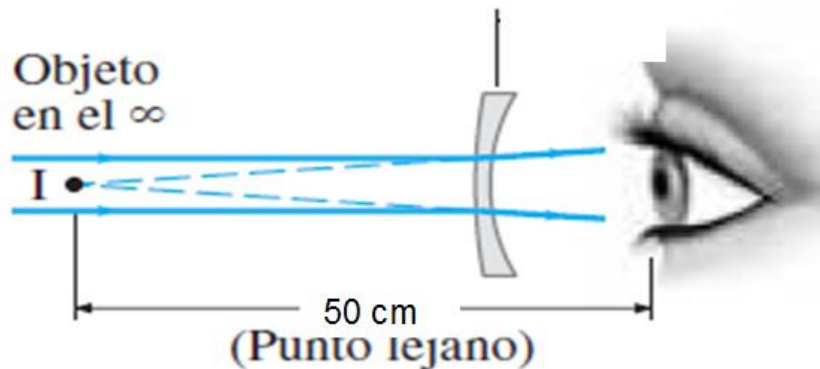


Corrección de los defectos de los ojos con lentes: *a)* un ojo miope, incapaz de enfocar claramente los objetos distantes, se corrige utilizando una lente divergente; *b)* un ojo hipermetrope, incapaz de enfocar con claridad los objetos cercanos, se corrige mediante una lente convergente.

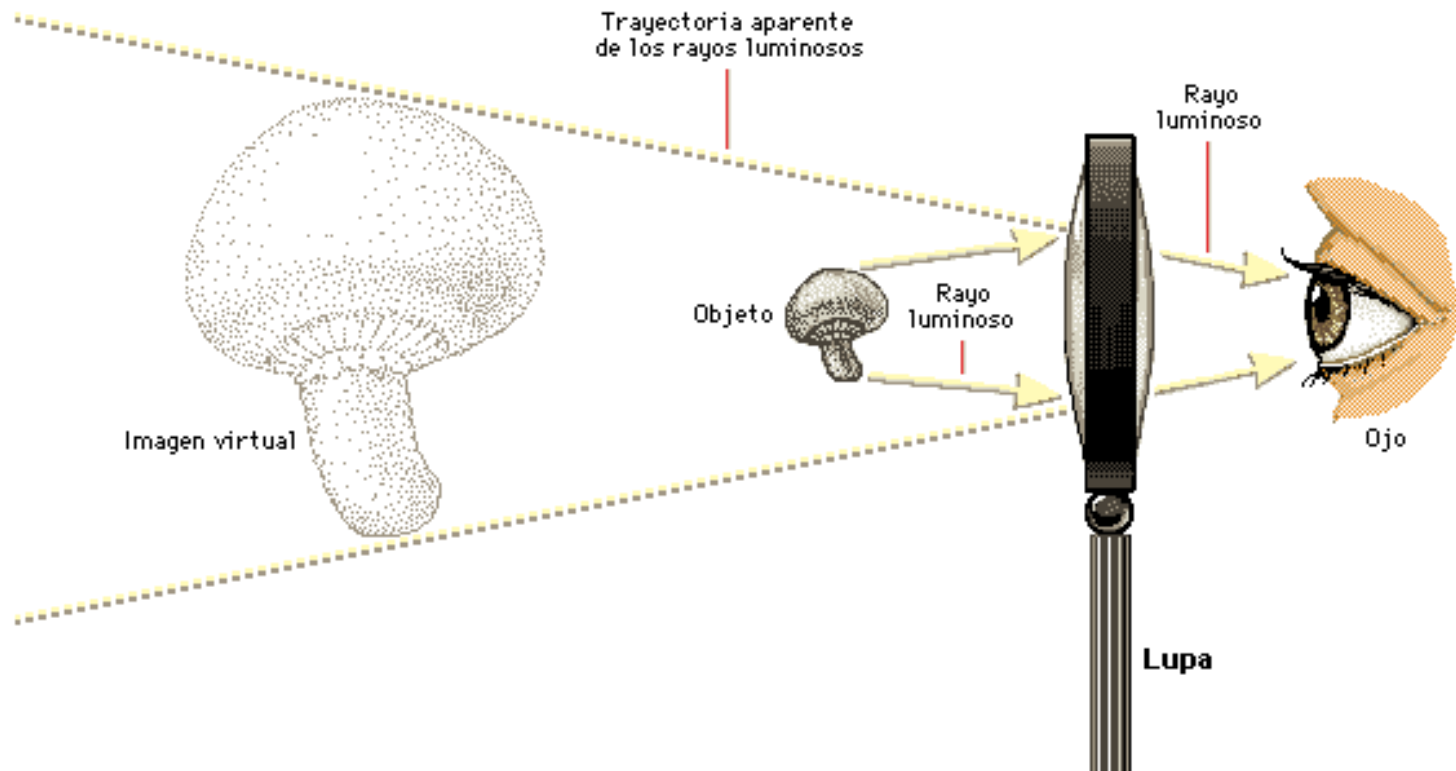
Ojo hipermétrope. Susana es hipermétrope con un punto cercano de 100 cm. ¿Qué potencia deben tener los lentes de lectura para que ella pueda leer un periódico a una distancia de 25 cm? Suponga que la lente está muy cerca del ojo.

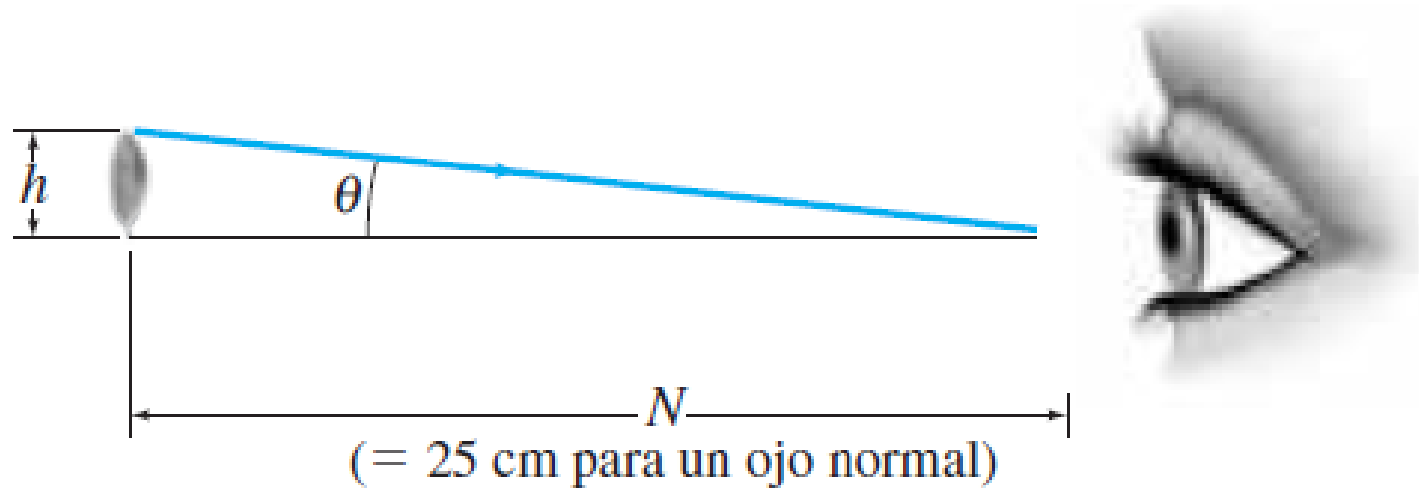


Un ojo miope tiene puntos lejano de 50 cm ¿Qué potencia de lente se necesita para que esta persona miope vea objetos distantes con claridad?

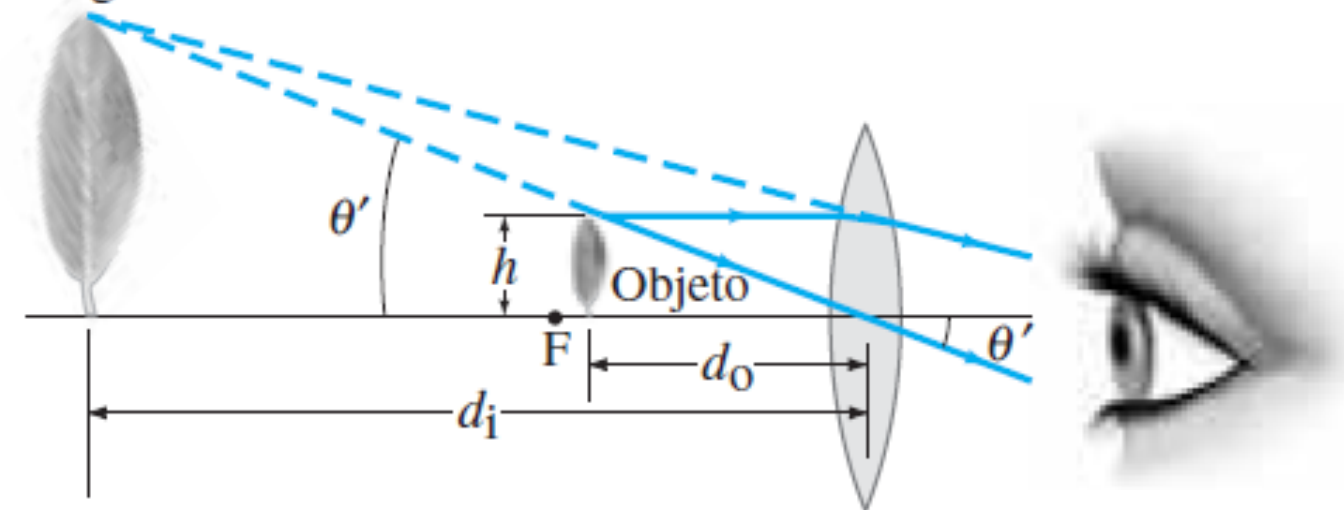


Instrumento óptico - Lupa





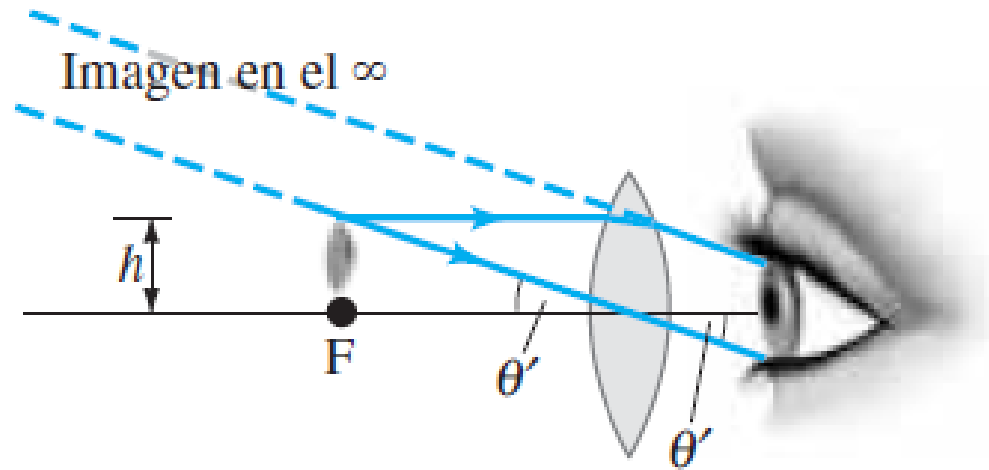
Imagen



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

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

Si el ojo está relajado (con la menor tensión posible en el ojo), la imagen estará en el infinito y el objeto estará precisamente en el punto focal



$$M = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{h/f}{h/N} = \frac{N}{f}.$$

$N = 25 \text{ cm}$ para el ojo normal

Cálculo de aumento angular

En el dibujo, se ven las relaciones para los ángulos:

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

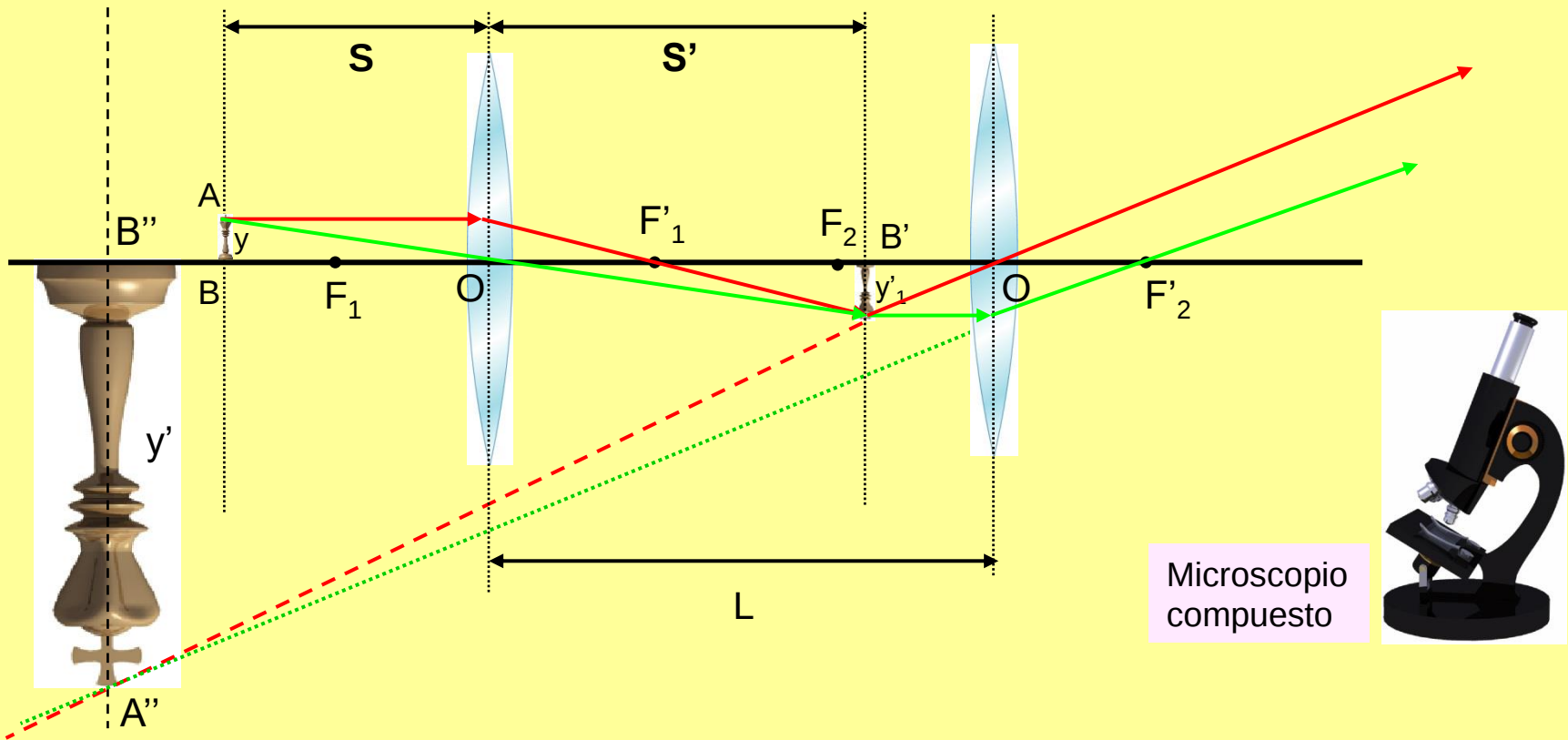
Y usando :

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

$$M = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{y/f}{y/25 \text{ cm}} = \frac{25 \text{ cm}}{f} \quad (\text{aumento angular de una lente de aumento simple})$$

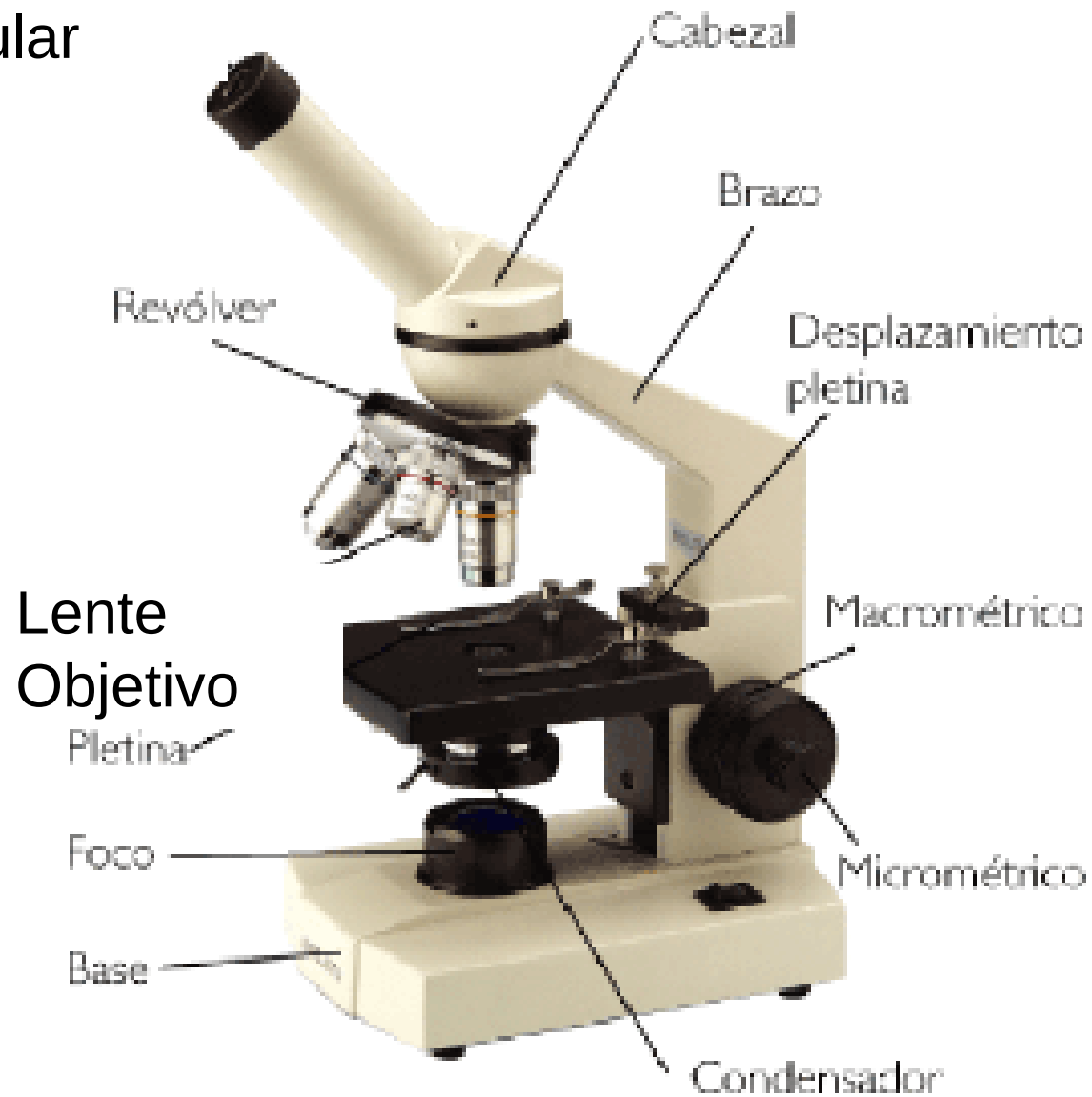
Lentes compuestas

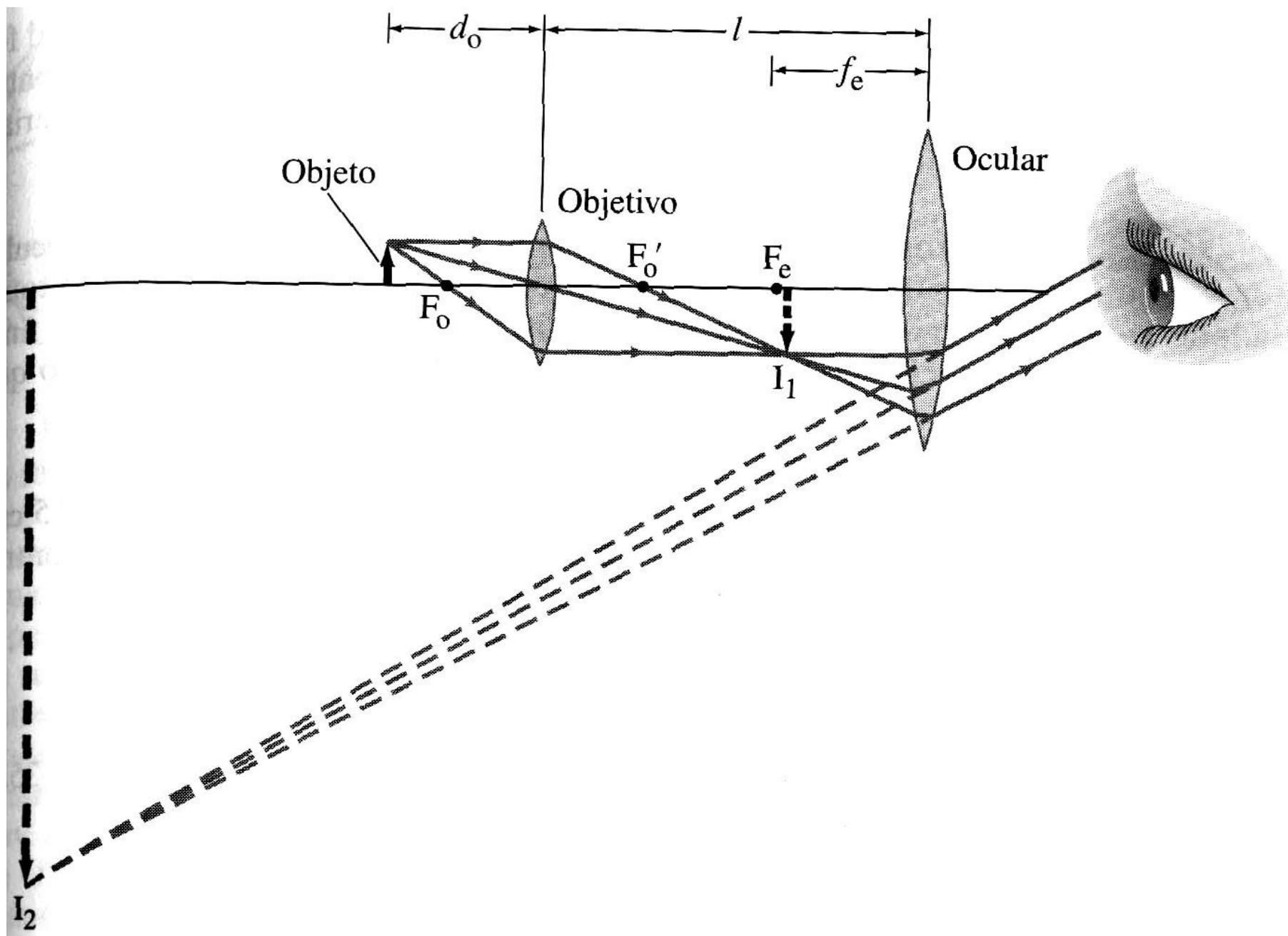
- La imagen formada por la primera y_1' hace de objeto para la segunda, que produce la imagen final y'



El aumento total es el cociente entre el tamaño de la imagen final y el del objeto

Lente
Ocular





La amplificación global de un microscopio es el producto de las amplificaciones producidas por las dos lentes.

$$m_o = \frac{h_i}{h_o} = \frac{d_i}{d_o} = \frac{\ell - f_e}{d_o},$$

$$M_e = \frac{N}{f_e},$$

$$M = M_e m_o = \left(\frac{N}{f_e} \right) \left(\frac{\ell - f_e}{d_o} \right)$$

$$\approx \frac{N\ell}{f_e f_o}.$$

Microscopio. Un microscopio compuesto consiste en un ocular 10x y un objetivo 50x separados 17.0 cm. Determine *a*) la amplificación global, *b*) la distancia focal de cada lente y *c*) la posición del objeto cuando la imagen final está en foco con el ojo relajado. Suponga un ojo normal, de manera que $N = 25$ cm.