

EXERCICIOS TEMA 9: ÓPTICA XEOMÉTRICA

CS-1.- Nunha lente converxente, se se coloca un obxecto entre o foco e a lente, ¿Cómo é a imaxe? Debuxa a marcha dos raios.

Para coñecer as características da imaxe dun obxecto formada por unha lente converxente temos que estudar se é:

1. Real ou virtual, segundo se forme, respectivamente, pola converxencia dos raios refractados ou pola súa prolongación.
2. Dereita ou invertida con respecto ó obxecto.
3. De igual, maior ou menor tamaño que o obxecto.

Para estudar se a imaxe producida por unha lente converxente é real ou virtual, imos escribir a ecuación fundamental dunha lente delgada, situada no aire, en función da distancia focal f' e das distancias obxecto, s , e imaxe, s' .

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \rightarrow s' = \frac{s \cdot f'}{f' + s}$$

Cos correspondentes signos para f' e s , segundo as normas DIN, resulta:

$$s' = \frac{-|s| \cdot |f'|}{|f'| - |s|}$$

Como para o caso dunha lente, a imaxe dun obxecto é real ou virtual segundo sexa, respectivamente, a distancia imaxe s' maior ou menor que cero, resulta que se o obxecto está situado entre o foco e a lente, a imaxe é virtual: $|s| < |f'| = |f| \rightarrow s' < 0$ e a imaxe é virtual.

Como s e s' son números negativos, a súa relación é positiva e a orientación da imaxe coincide coa do obxecto, tratándose dunha imaxe dereita: $\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-|s'|}{-|s|} > 0$

Para saber cal é a relación entre o tamaño do obxecto e o tamaño da imaxe, relaciónase, coa fórmula do aumento lateral, estas magnitudes:

$$\begin{aligned} \frac{y'}{y} &= \frac{s'}{s} \rightarrow y' = y \cdot \frac{s'}{s} \rightarrow y' = |y| \cdot \frac{-|s'|}{-|s|} \\ s' &= \frac{-|s| \cdot |f'|}{|f'| - |s|} \rightarrow s' = \frac{-|s|}{1 - \frac{|s|}{|f'|}} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ |s| < |f| = |f'| \end{array} \right\} \begin{array}{l} |s'| > |s| \\ y' > y \end{array}$$

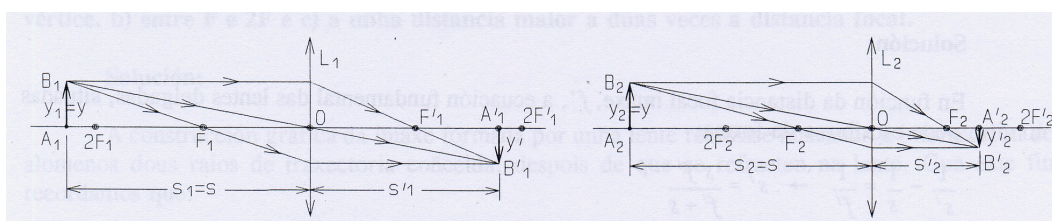
Polo tanto, cando o obxecto estea situado entre o foco e a lente converxente, a imaxe é virtual, dereita e de maior tamaño que o obxecto.

A construción gráfica da imaxe realízase buscando a intersección de alomenos dous raios de traxectoria coñecida, despois de que se refracten na lente. Tendo en conta que:

- Todo raio que chega paralelamente ó eixe Óptico, despois de refractarse na lente, pasa o propio raio ou a súa prolongación, polo foco imaxe, F' .
- Todo raio que pase polo foco obxecto, F , ó refractarse na lente, emerxe paralelo ó eixe óptico.
- Todo raio que pase polo centro óptico da lente non sofre desviación

C-8.- Temos dúas lentes e queremos coñecer cal delas é máis converxente. Con este fin recollemos coas lentes os raios do Sol e formamos a súa imaxe sobre un papel ata que quede ben enfocada. ¿Cómo recoñeces a lente máis converxente?

Como a imaxe producida pola lente é recollida sobre un papel, trátase dunha imaxe real e, para que isto suceda, a distancia obxecto s (en valor absoluto) ten que ser maior que a distancia focal imaxe, f' : $|s| > |f'|$. Neste caso a expresión que relaciona f' con $|s|$ e $|s'|$ é:



$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = \frac{s \cdot s'}{s - s'} \Rightarrow f' = \frac{-|s|}{-|s'| - 1} \Rightarrow f' = \frac{|s|}{|s'| + 1}$$

Nela vemos que aquela lente converxente que forme a imaxe real máis preto de si, (menor valor se s'), menor distancia focal lle corresponde e maior converxencia ten.

Para un mesmo obxecto de tamaño y situado á mesma distancia s das lentes $L1$ e $L2$, a imaxe que forman é a que aparece a continuación:

- Tamén podemos estudar a converxencia da lente en función do tamaño da imaxe, y' . para un obxecto de tamaño y , o aumento lateral é:

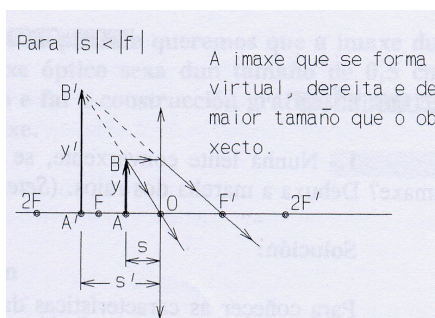
$$y'/y = s'/s \Rightarrow y' = y \cdot s'/s$$

Relacionando y' con f' resulta:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow s' = \frac{s \cdot f'}{f' + s} \quad \left. \begin{array}{l} y' = y \cdot \frac{s'}{s} \\ y' = y \cdot \frac{s \cdot f'}{s(f' + s)} \end{array} \right\} y' = y \cdot \frac{s \cdot f'}{s(f' + s)} = \frac{y \cdot f'}{f' + s} = \frac{y}{\frac{s}{f'} + 1} \Rightarrow y' = \frac{|y|}{- \frac{|s|}{|f'|} + 1}$$

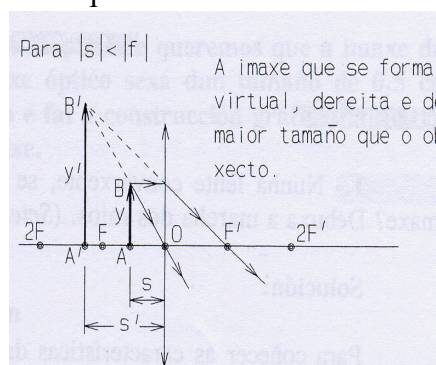
Como $|s| > |f'| \Rightarrow \frac{|s|}{|f'|} > 1$ e canto maior sexa $|f'|$ menor é o cociente $\frac{|s|}{|f'|}$ e maior o

tamaño da imaxe obtida, y' , entón a lente converxente que dun mesmo obxecto, situado á mesma distancia s das lentes $L1$ e $L2$, forme a imaxe real máis grande menor converxencia ten.



C-10.- As lentes converxentes forman imaxes virtuais: a) sempre (independentemente da posición do obxecto); b) nunca; c) soamente cando o obxecto está entre a distancia focal e o vértice.

Chámase imaxe á representación dun obxecto físico formado por unha lente, espello ou outro instrumento óptico. Se os raios de luz atravesan a imaxe dise que esta é real e pode proxectarse nunha pantalla colocada no plano da imaxe. Se a imaxe é vista nun punto desde o cal os raios parecen ir cara ó observador, dise que a imaxe é virtual e non se pode proxectar nunha pantalla colocada neste punto.



Para o caso dunha lente, a imaxe dun obxecto será real ou virtual segundo sexa, respectivamente, a distancia imaxe s' maior ou menor que cero.

Para estudar se a imaxe producida por unha lente converxente é real ou virtual, imos escribir a ecuación fundamental das lentes delgadas, situadas no aire, en función da distancia focal f' e das distancias obxecto, s , e imaxe, s' .

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \rightarrow s' = \frac{s \cdot f'}{f' + s}$$

Cos correspondentes signos para f' e s , segundo as normas DIN, resulta:

$$\rightarrow s' = - \frac{|s| \cdot |f'|}{|f'| - |s|}$$

En consecuencia:

- $|s| = |f'|$; non se forma imaxe ou está no infinito.
- $|s| > |f'| = |f|$; $s' > 0$ e a imaxe é real.
- $|s| < |f'| = |f|$; $s' < 0$ e a imaxe é virtual.

Polo tanto, só cando o obxecto está entre o foco obxecto, F, e o vértice da lente, O, se forman imaxes virtuais.

C-11.- As lentes diverxentes forman imaxes virtuais: a) sempre (independentemente da posición do obxecto); b) nunca; c) ás veces.

A imaxe dun obxecto dise real cando a luz converge cara ela e dise virtual cando a luz diverxe a partir dela. Para o dunha lente, a imaxe dun obxecto será real ou virtual segundo sexa, respectivamente, a distancia imaxe s' maior ou menor que cero.

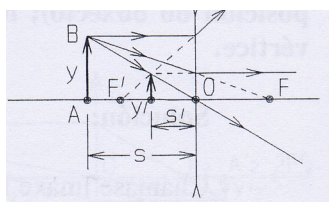
Para estudar se a imaxe producida por unha lente converxente é real ou virtual, imos escribir a ecuación fundamental das lentes delgadas, situadas no aire, en función da distancia focal f' e das distancias obxecto, s , e imaxe, s' .

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow s' = \frac{s \cdot f'}{f' + s}$$

Cos correspondentes signos para f' e s , segundo as normas DIN, resulta:

$$s' = \frac{-|s| \cdot (-|f'|)}{-|f'| - |s|} = - \frac{|s| \cdot |f'|}{|f'| + |s|}$$

Como s' é sempre negativo, a imaxe dun obxecto producida por unha lente diverxente é sempre virtual.



P-3.- Un pescador encóntrase a 3 m de altura por encima da superficie da auga e un peixe nada a 2 m de profundidade. Calcula: a) A distancia á que o pescador ve ó peixe e b) a distancia á que o peixe ve ó pescador.

a) Trátase dun dioptró plano, sendo a auga, de índice de refracción n , o primeiro medio e o aire, de índice de refracción n' , o segundo medio. A construción gráfica da imaxe obtense buscando dous raios que se corten, que son:

- Un que incide perpendicularmente á superficie de separación dos dous medios e non sofre desviación.
- Outro, que incide cunha pequena inclinación, refractándose de acordo coa lei de Snell. A prolongación do raio refractado córtase coa normal que pasa polo obxecto e se a súa inclinación é pequena (menor de 10°) obtense unha soa imaxe e o dioptró considérase estigmático.

Como o peixe está a unha profundidade de 2m, a distancia obxecto $s = -2\text{m}$ e a profundidade aparente s' á que se observa o peixe obtense da ecuación do dioptró plano:

$$\frac{\text{Profundidade aparente } s'}{\text{Profundidade real } s} = \frac{n'}{n} \rightarrow s' = \frac{n'}{n} \cdot s = \frac{1}{4/3} \cdot (-2) = -1,5 \text{ m}$$

Distancia á que o pescador ve ó peixe é: $1,5 + 3 = 4,5 \text{ m}$.

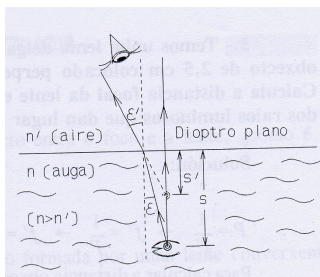
b) Agora os raios proceden do aire e este é o primeiro medio, sendo $n = 1$, e o segundo medio é a auga, con $n' = 4/3$.

Como o obxecto, o pescador, está, con respecto á superficie de separación dos dous medios, do lado do que proceden os raios: $s = -3\text{m}$, substituindo na ecuación do dioptró plano:

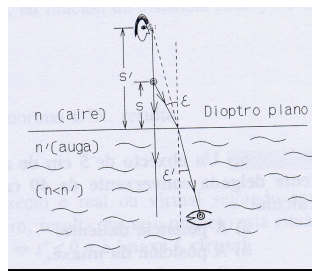
$$\frac{\text{Profundidade aparente } s'}{\text{Profundidade real } s} = \frac{n'}{n} \rightarrow s' = \frac{n'}{n} \cdot s = \frac{4/3}{1} \cdot (-3) = -4 \text{ m}$$

Distancia á que o peixe ve ó pescador é: $4 + 2 = 6 \text{ m}$.

a)



b)



P-6.- Un obxecto de 5cm de altura está situado perpendicularmente ó eixe dunha lente delgada converxente de 40cm de distancia focal. Se a distancia obxecto é de 60cm, calcula: a) a potencia da lente, b) a posición da imaxe, c) o tamaño da imaxe.

a) $P = 1/f' \rightarrow P = 1/0,4 = 2,5 \text{ m}^{-1} \rightarrow P = 2,5 \text{ dioptrías}$

b)

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-0,60} = \frac{1}{0,4} \rightarrow s' = 1,20\text{m}$$

c)

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \rightarrow y' = y \cdot \frac{s'}{s} \rightarrow y' = \frac{120 \cdot 5}{-60} \rightarrow y' = -10 \text{ cm}$$

A gráfica da marcha dos raios que dan lugar á formación da imaxe é a indicada na figura.

