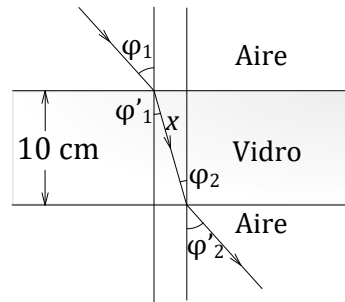


## A LUZ. ÓPTICA GEOMÉTRICA. PROBLEMAS

1. Sobre unha lámina de vidro de caras plano-paralelas, de espesor 10 cm e situada no aire, incide un raio de luz cun ángulo de incidencia de  $30^\circ$ . Sabendo que o índice de refracción do vidro é 1,50, e o do aire a unidade:

- a) Fai un esquema da marcha dos raios.
- b) Calcula a lonxitude percorrida polo raio no interior da lámina.
- c) Calcula o ángulo que forma coa normal o raio que emerxe da lámina.

a)



b) Aplicamos a lei de Snell para calcular o ángulo de refracción  $\varphi'_1$ :

$$\text{sen } \varphi_1 = n \text{ sen } \varphi'_1 \rightarrow \text{sen } \varphi'_1 = \frac{\text{sen } 30^\circ}{1,50} \rightarrow \varphi'_1 = 19,5^\circ$$

$$\cos \varphi'_1 = \frac{0,10}{x} \rightarrow \boxed{x = 0,11 \text{ m}}$$

c) Por simetría, obtemos que o ángulo de saída da lámina é o mesmo que o da entrada. Matematicamente:

$$\left. \begin{array}{l} \text{sen } \varphi_1 = n \text{ sen } \varphi'_1 \\ n \text{ sen } \varphi_2 = \text{sen } \varphi'_2 \\ \varphi'_1 = \varphi_2, \text{ por alternos internos} \end{array} \right\} \rightarrow \text{sen } \varphi_1 = \text{sen } \varphi'_2 \rightarrow \boxed{\varphi_1 = \varphi'_2 = 30^\circ}$$

2. Un proyector de cine ten unha lente converxente de 20,0 dioptrías.

- a) A que distancia da lente debe situarse a película se queremos que a imaxe sexa 100 veces maior que o obxecto?
- b) A que distancia da lente debe situarse a pantalla?
- c) Debuxa o diagrama de raios.

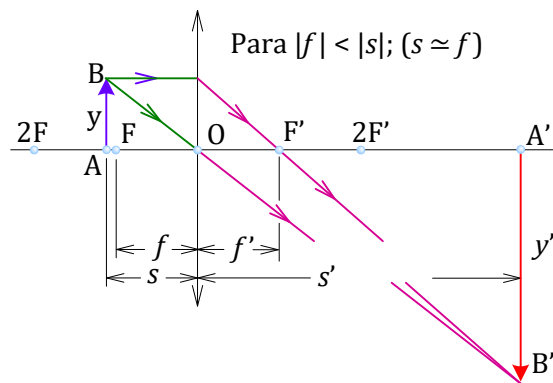
a) Calculamos a distancia obxecto  $s$  a partir da ecuación fundamental das lentes delgadas:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} &= \frac{1}{f'} \\ A_L &= \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \\ y' &= -100 y \text{ (imaxe real: invertida)} \\ P &= \frac{1}{f'} = 20 \text{ m}^{-1} \end{aligned} \right\} \rightarrow s' = -100 s \rightarrow \frac{1}{-100 s} - \frac{1}{s} = 20 \rightarrow \boxed{s = -5,05 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

b)

$$\left. \begin{aligned} s' &= -100 s \\ s &= -5,05 \cdot 10^{-2} \text{ m} \end{aligned} \right\} \rightarrow \boxed{s' = 5,05 \text{ m}}$$

c) Diagrama de raios:



3. Un raio luminoso incide na superficie dun bloque de vidro cun ángulo de incidencia de  $50^\circ$ . Calcula as direccións dos raios:

- Reflectido.
- Refractado.
- Representa os raios reflectido e refractado.

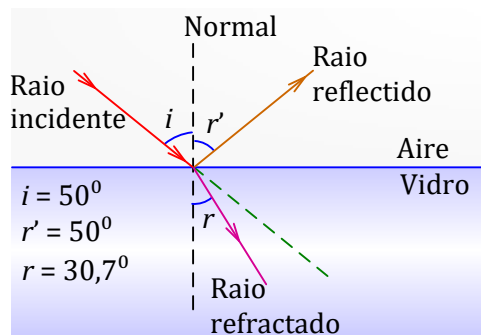
Dato: O índice de refracción do vidro é 1,50.

a) Segundo a lei de Snell, o raio reflectido forma coa normal un ángulo de  $50^\circ$ , igual ó de incidencia  $\hat{i}$ .

b) O raio refractado formará coa normal un ángulo  $r$ , que calculamos aplicando a Lei de Snell:

$$n_{\text{aire}} \cdot \sin \hat{i} = n_{\text{vidro}} \cdot \sin \hat{r} \rightarrow \sin 50^\circ = 1,5 \cdot \sin \hat{r} \rightarrow \hat{r} = 30,7^\circ$$

c) Representación gráfica:

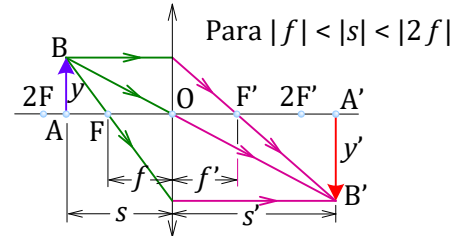


4. Un obxecto de 4 cm de altura está situado 20 cm diante dunha lente delgada converxente de distancia focal 12 cm. Determina:
- A posición da imaxe.
  - O tamaño da imaxe.
  - Resolve o problema considerando que a lente é diverxente.

- a) Calculamos a distancia imaxe  $s'$  a partir da ecuación fundamental das lentes delgadas:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \\ s = -20 \text{ cm} \\ f' = 12 \text{ cm} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-20} = \frac{1}{12} \rightarrow \boxed{s' = 30 \text{ cm}}$$

A imaxe é real: fórmase á dereita da lente,  $s' > 0$ , pola intersección dos raios refractados.



A imaxe que se forma é real, invertida e de maior tamaño que o obxecto, sendo  $s' > 2f'$

- b) O tamaño da imaxe obtense aplicando a ecuación do aumento lateral da lente:

$$\left. \begin{array}{l} A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \rightarrow y' = \frac{s'}{s} \cdot y \\ y = 4 \text{ cm} \\ s' = 30 \text{ cm} \\ s = -20 \text{ cm} \end{array} \right\} \rightarrow y' = \frac{30}{-20} \cdot 4 \rightarrow \boxed{y' = -6 \text{ cm}}$$

O signo negativo indícanos que a imaxe é invertida.

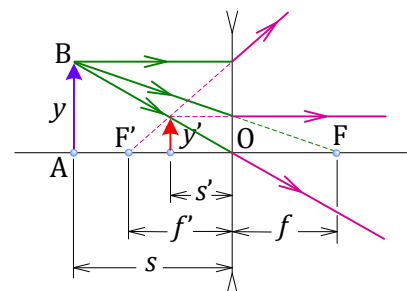
- c) Calculamos a distancia imaxe  $s'$  a partir da ecuación fundamental das lentes delgadas:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \\ s = -20 \text{ cm} \\ f' = -12 \text{ cm} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-20} = \frac{1}{-12} \rightarrow \boxed{s' = -7,5 \text{ cm}}$$

A imaxe é virtual: fórmase á esquerda da lente,  $s' < 0$ , tendo que prolongar os raios refractados en sentido contrario ó da súa propagación.

O tamaño da imaxe obtense aplicando a ecuación do aumento lateral da lente:

$$\left. \begin{array}{l} A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \rightarrow y' = \frac{s'}{s} \cdot y \\ y = 4 \text{ cm} \\ s' = -7,5 \text{ cm} \\ s = -20 \text{ cm} \end{array} \right\} \rightarrow y' = \frac{-7,5}{-20} \cdot 4 \rightarrow \boxed{y' = 1,5 \text{ cm}}$$



A imaxe formada é virtual, dereita e de menor tamaño que o obxecto

O signo positivo indícanos que a imaxe está orientada igual que o obxecto: é dereita.

5. Determina:

- a) En que posicións se poderá colocar unha lente converxente de +15 cm de distancia focal imaxe, para obter a imaxe dun obxecto de 5 cm de altura sobre unha pantalla situada a 80 cm del?  
b) Os aumentos laterais e os tamaños das imaxes.  
c) Realiza o diagrama de raios considerando unha das posicións do apartado a).

- a) A suma dos valores absolutos de  $s$  e  $s'$  son 80 cm; tendo en conta que  $s'$  é positivo e  $s$  negativo, teremos que:  $s' + (-s) = 0,80$  m.

Aplicando a ecuación fundamental das lentes delgadas resulta:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \\ s' = (0,80 + s) \text{ m} \\ f' = 0,15 \text{ m} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{1}{0,80 + s} - \frac{1}{s} = \frac{1}{0,15} \rightarrow \begin{cases} s = -0,6 \text{ m} \\ s = -0,2 \text{ m} \end{cases}$$

Hai dúas posicións para a colocación da lente.

- b) Aumento para o caso da lente próxima ó obxecto:  $s = -0,2$  m e  $s' = 0,6$  m.

$$\left. \begin{array}{l} A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \\ s' = 0,6 \text{ m} \\ s = -0,2 \text{ m} \end{array} \right\} \rightarrow A_L = \frac{0,6}{-0,2} \rightarrow \boxed{A_L = -3}$$

Tamaño da imaxe:

$$\left. \begin{array}{l} A_L = \frac{y'}{y} \rightarrow y' = A_L \cdot y \\ A_L = -3 \text{ m} \\ y = 0,05 \text{ m} \end{array} \right\} \rightarrow y' = -3 \cdot 0,05 \rightarrow \boxed{y' = -0,15 \text{ m}}$$

O signo negativo indícanos que a imaxe está invertida respecto ó obxecto.

Aumento para o caso da lente afastada do obxecto:  $s = -0,6$  m e  $s' = 0,2$  m.

$$\left. \begin{array}{l} A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \\ s' = 0,2 \text{ m} \\ s = -0,6 \text{ m} \end{array} \right\} \rightarrow A_L = \frac{0,2}{-0,6} \rightarrow \boxed{A_L = -0,33}$$

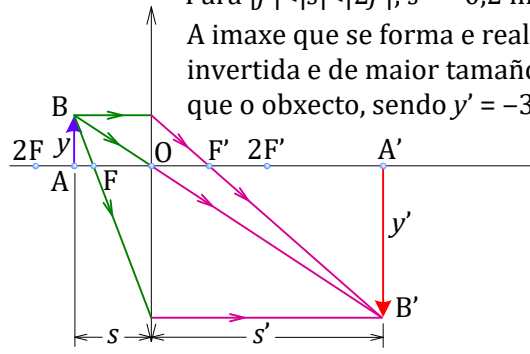
Tamaño da imaxe:

$$\left. \begin{array}{l} A_L = \frac{y'}{y} \rightarrow y' = A_L \cdot y \\ A_L = -0,33 \text{ m} \\ y = 0,05 \text{ m} \end{array} \right\} \rightarrow y' = -0,33 \cdot 0,05 \rightarrow \boxed{y' = -0,017 \text{ m}}$$

O signo negativo indícanos que a imaxe a imaxe está invertida respecto ó obxecto.

- c) Diagrama no caso  $s = -0,2$  m e  $s' = 0,6$  m.

Para  $|f| < |s| < |2f|$ ;  $s = -0,2$  m  
A imaxe que se forma e real,  
invertida e de maior tamaño  
que o obxecto, sendo  $y' = -3 y$



## A LUZ. ÓPTICA XEOMÉTRICA. CUESTIÓNS

1. Os ollos dunha persoa están a 1,70 m do chan. A que altura sobre o chan debe estar a parte inferior dun espello plano para que esta persoa vexa a imaxe dos seus pés?: a) 0,85 m; b) 1 m; c) 1,70 m.

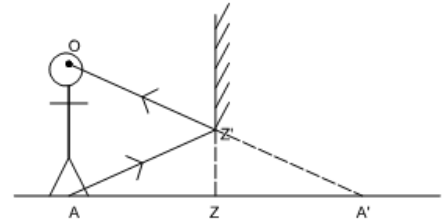
SOL. a

O ollo sempre ve na dirección do raio que lle chega, polo tanto debe recibir un raio procedente dos pés para que poida velos.

A imaxe nun espello plano é virtual, dereita, co mesmo tamaño e simétrica respecto do espello.

Triángulos semellantes: AOA' e ZZ'A'.

$$\frac{1,70}{ZZ'} = \frac{2 \cdot ZA'}{ZA'} \rightarrow ZZ' = 0,85\text{m}$$



2. A altura mínima dun espello plano para que unha persoa poda verse de corpo enteiro é: a) igual á altura da persoa ; b) a metade de dita altura ; c) a terceira parte de dita altura.

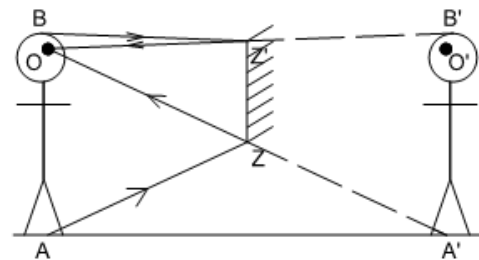
SOL. b

O ollo sempre ve na dirección do raio que lle chega. Para verse de corpo enteiro, é necesario que reciba raios dos pés e da parte superior da cabeza.

A imaxe nun espello plano é virtual, dereita, do mesmo tamaño que o obxecto e simétrica respecto do espello.

Os triángulos OZZ' e OA'B' son semellantes:

$$\frac{OZ'}{OB'} = \frac{ZZ'}{A'B'} \rightarrow \frac{OZ'}{2 \cdot OZ'} = \frac{ZZ'}{A'B'} \rightarrow ZZ' = \frac{1}{2} A'B'$$



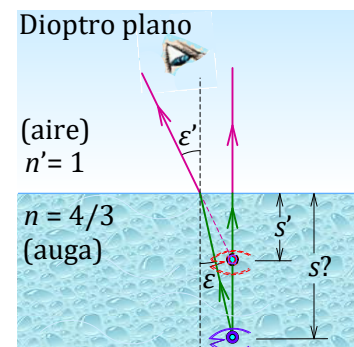
3. A profundidade real dunha piscina con respecto á observada é: a) menor ; b) maior ; c) igual.  
Dato: os índices de refracción da auga e o aire son 4/3 e 1, respectivamente.

SOL. b

Recordando a ecuación fundamental do dioptro plano:

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

O signo menos da distancia imaxe  $s'$  indica que a imaxe está, con respecto á superficie de separación dos dous medios, do lado de onde proceden os raios e a relación entre a profundidade real e aparente é:  $\frac{s}{s'} = \frac{|s|}{|s'|} = \frac{4}{3}$ , logo a profundidade real é maior que a observada.

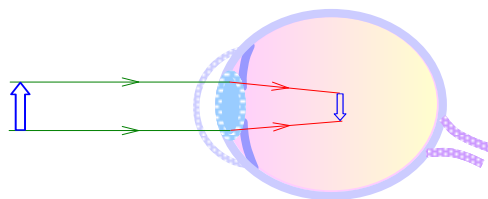


4. Un ollo miope ten o punto remoto a 125 cm. Calcula a potencia e indica o tipo de lente que se debe empregar para que os raios que veñen do infinito converxan na retina do ollo: a) +0,8 dioptrías, lente converxente; b) -0,8 dioptrías, lente diverxente; c) -1,25 dioptrías, lente diverxente.  
 Nota: Para un ollo san, o punto próximo está a 25 cm e o punto remoto no infinito.

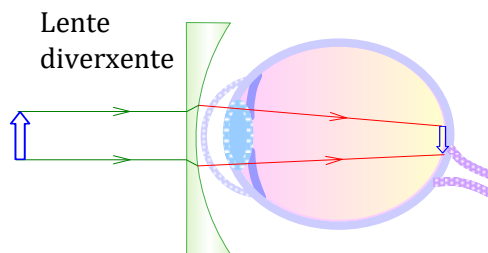
SOL. b

A lente sitúa a un obxecto que se atopa moi afastado,  $s \approx -\infty$ , a 125 cm diante da mesma ( $s' = -1,25$  m); deste xeito é visto de forma correcta polo ollo.

$$P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \rightarrow P = \frac{1}{-1,25} \rightarrow P = -0,8 \text{ dioptrías: lente diverxente}$$



Forma en que un ollo miope enfoca os raios procedentes do infinito



Forma en que un ollo miope, con corección, enfoca os raios procedentes do infinito

5. Calcula a potencia e indica o tipo de lente que necesita para ler unha persoa cuxo punto próximo se atopa a 1 m: a) +3 dioptrías, lente converxente; b) -3 dioptrías, lente diverxente; c) +0,33 dioptrías, lente converxente.

Nota: Para un ollo san, o punto próximo está a 25 cm e o punto remoto, no infinito.

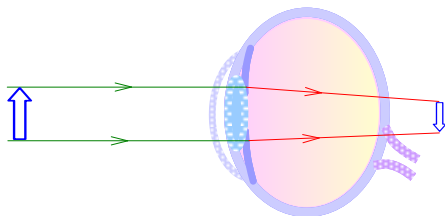
SOL. a

Debe empregarse unha lente converxente de distancia focal superior a 25 cm para que a imaxe se forme, como mínimo a un metro.

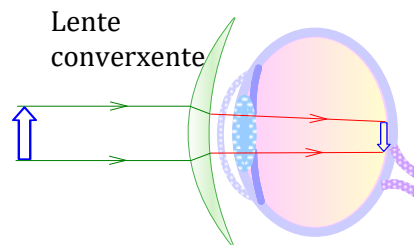
Distancia (típica de lectura) obxecto:  $s = -0,25$  m.

Distancia imaxe:  $s' = -1$  m.

$$P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \rightarrow P = \frac{1}{-1} - \frac{1}{-0,25} \rightarrow P = +3 \text{ dioptrías: lente converxente}$$



Forma en que un ollo hipermetrope enfoca os raios procedentes do punto próximo



Forma en que un ollo hipermetrope, con corección, enfoca os raios procedentes do punto próximo

6. A distancia focal do sistema formado por unha lente converxente de 2 dioptrías e outra diverxente de 4,5 dioptrías é: a) -0,4 m; b) -0,65 m; c) 2,5 m.



SOL. a

A potencia do sistema será:  $P = P_1 + P_2 = 2 + (-4,5) = -2,5$  dioptrías

Polo que a distancia focal será:  $P = \frac{1}{f'} \rightarrow f' = \frac{1}{P} \rightarrow f' = \frac{1}{-2,25} \rightarrow f' = -0,4$  m

7. A teoría ondulatoria de Huygens sobre a natureza da luz vén confirmada polos fenómenos:

- a) Reflexión e formación de sombras.
- b) Refracción e interferencias.
- c) Efecto fotoeléctrico e efecto Compton.

SOL. b

Huygens explicou a reflexión e a refracción da luz a partir da consideración de que cada punto da fronte de ondas é un novo foco luminoso e, polo tanto, a partir deles se constrúe unha nova fronte de ondas que se propaga polo espazo. A enerxía estaría distribuída uniformemente por toda a fronte de ondas.

8. Cando un raio de luz pasa do aire a auga, non cambia a: a) velocidade de propagación; b) frecuencia; c) lonxitude de onda.

SOL. b

Cando un raio de luz cambia de medio, está a modificar a súa velocidade de propagación xa que se altera a súa lonxitude de onda. A frecuencia non cambia porque o foco emisor é o mesmo, e a frecuencia depende dese foco emisor. No paso do aire á auga prodúcese un cambio nas características do medio de propagación, polo tanto, do espazo e nas características espaciais da onda, pero non nas temporais. As características exclusivamente temporais dunha onda son frecuencia e período.

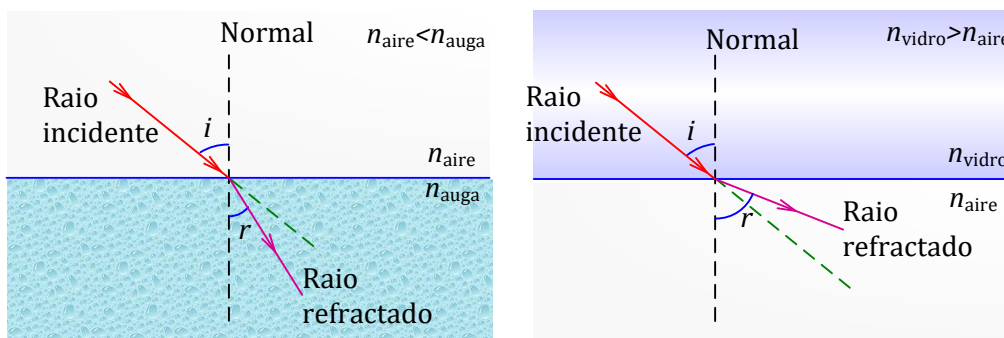
9. Cando a luz pasa dun medio a outro de distinto índice de refracción, o ángulo de refracción é:

- a) Sempre maior que o de incidencia.
- b) Sempre menor que o de incidencia.
- c) Depende dos índices de refracción.

SOL. c

Aplicando a 2ª lei de Snell:  $\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1}$ .

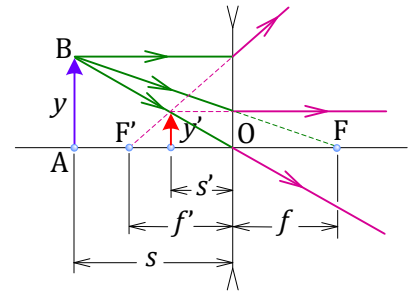
A relación entre os ángulos dependerá da relación dos índices de refracción.



10. Nas lentes diverxentes a imaxe sempre é: a) dereita, menor e virtual; b) dereita, maior e real; c) dereita, menor e real.

SOL. a

De acordo coa representación gráfica:



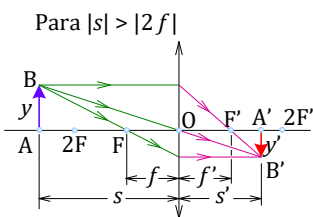
A imaxe formada é virtual, dereita e de menor tamaño que o obxecto

11. Nas lentes converxentes a imaxe é: a) dereita, menor e virtual; b) dereita maior e real. c) depende da posición do obxecto.

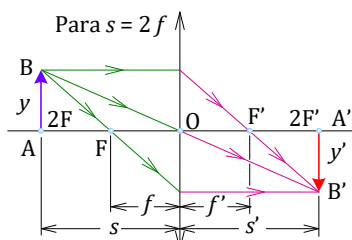
SOL. c

Dependerá da posición relativa do obxecto respecto do foco e do centro da lente.

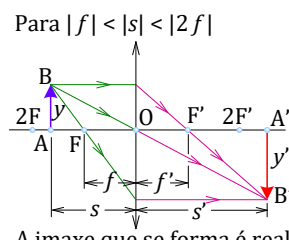
Depende da posición do obxecto, xa que se está máis separado da lente que 2 veces a distancia focal, terá unha imaxe real, invertida e menor. Cunha separación igual a  $2f$ , a imaxe será real, invertida e do mesmo tamaño. Se está situado entre  $f$  e  $2f$ , a imaxe será real, invertida e maior. Para distancias menores, a imaxe é virtual, dereita e maior.



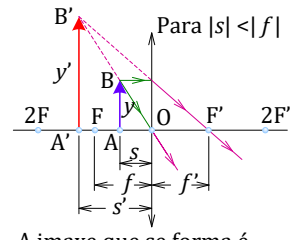
A imaxe que se forma é real, invertida e de menor tamaño que o obxecto, sendo  $f' < s' < 2f'$



A imaxe que se forma é real, invertida e de igual tamaño que o obxecto, sendo  $s' = 2f'$



A imaxe que se forma é real, invertida e de maior tamaño que o obxecto, sendo  $s' > 2f'$



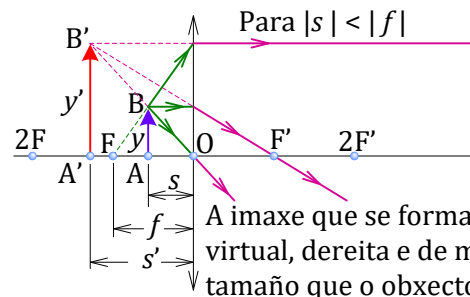
A imaxe que se forma é virtual, dereita e de maior tamaño que o obxecto

12. Ó colocar un obxecto a 15 cm de distancia dunha lente converxente de 30 cm de distancia focal, a imaxe formada é:

- a) Real, invertida e aumentada.
- b) Virtual, dereita e aumentada.
- c) Real, dereita e reducida.

SOL. b

Facendo a marcha dos raios correspondentes resultará que a imaxe será virtual, dereita e aumentada.

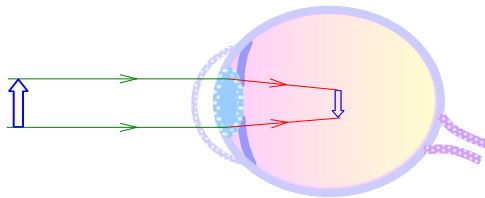


A imaxe que se forma é virtual, dereita e de maior tamaño que o obxecto

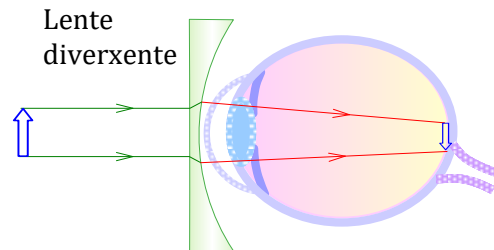
13. As gafas de corrección da miopía usan lentes que son: a) converxentes; b) diverxentes; c) doutro tipo.

SOL. b

As lentes de corrección da miopía úsanse para que a imaxe dun obxecto afastado, que se forma adiantada respecto á retina do ollo, se forme na retina (máis atrás), evitando forzar o ollo e a mala visión en caso de non poder forzalo abondo. Para isto necesitan facer diverxer os raios de luz para que incidan na retina do ollo.



Forma en que un ollo miope enfoca os raios procedentes do infinito



Forma en que un ollo miope, con corección, enfoca os raios procedentes do infinito

14. Queremos facer pasar un raio de luz a través dun vidro, de xeito que non se desvíe. Terá que ser:  
a) Unha lente plana paralela, en calquera posición.  
b) Non se pode facer.  
c) Calquera lente, atravesándoa polo eixe óptico.

SOL. c

Toda lente, ó ser atravesada por un raio conducido ó través do seu eixe óptico, non o desvíe, pois implica que as superficies que ten que atravesar son perpendiculares ó raio incidente.

15. Unha lámpada está acendida nunha lámpada que ten unha pantalla reflectora en forma de pirámide de cono truncada. A razón é:  
a) Iluminar por igual en toda a superficie.  
b) Concentrar a maior potencia luminosa posible sobre a superficie iluminada.  
c) Evitar cegamentos.

SOL. b

A pantalla reflicte parte da luz que, doutro xeito, sería inservible para o uso que se lle quere dar, concentrándoa sobre a superficie iluminada e aumentando a intensidade luminosa nela. O apartado c) tamén é certo para determinadas posicións do observador, se ben parte do malestar visual deste tipo ten outras causas, como o reflexo no papel, por exemplo.

16. Dous raios de luz inicialmente paralelos, crúzanse despois de atravesar unha lente. Iso pode darse en caso de que teñamos:  
a) Unha lente de vidro bicóncava en aire.  
b) Un oco bicóncavo cheo de aire no interior dunha masa de vidro.  
c) Necesariamente con outra disposición diferente das anteriores.

SOL. b

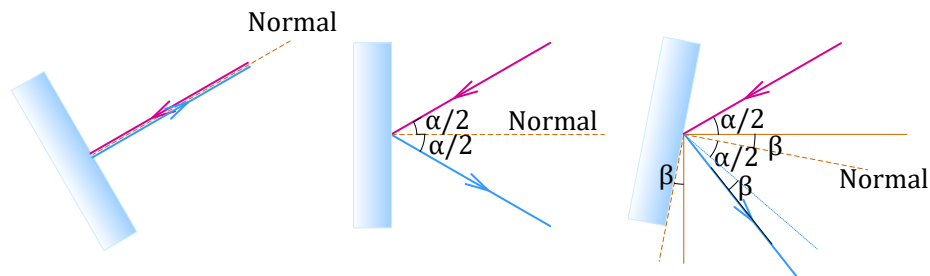
Cando os índices de refracción da lente e o medio "externo" de transmisión intercambian os seus valores, o efecto que produce tamén se inverte. Estamos afeitos a ter lentes de vidro actuando no aire, e en tal caso actuarán como lentes diverxentes. Pero, se o índice de refracción interior é menor que o exterior, entón o efecto é o contrario: son lentes converxentes.

**17.** O ángulo formado polo raio incidente e o reflectido nun espello é  $\alpha$ . Se o espello rota no sentido horario un ángulo  $\beta$  nun eixe perpendicular ó formado polos dous raios anteriores, o novo ángulo que formarán entre eles é: a)  $\alpha + \beta$ ; b)  $\alpha + 2\beta$ ; c)  $\alpha - \beta$ .

SOL. **b**

Cando o espello rota, varía o ángulo de incidencia no mesmo valor que o ángulo de xiro. Como na reflexión se cumpre que o ángulo de incidencia e o de reflexión son iguais, a separación entre ambos varía ese mesmo valor dúas veces.

A ter en conta que se o ángulo é en sentido contrario, poden "cambiarse de lado" os raios incidente e reflectido, así como se o ángulo de incidencia chegara a  $90^\circ$ , entón xa non incidiría e polo tanto non se reflectiría.



Xirando o espello un ángulo  $\beta$ , o raio reflectido rota un ángulo  $2\beta$

