Refracción

21) En un estanque de agua, con la superficie en reposo, entra un rayo de luz con un ángulo de incidencia de 35°. Dibuja cómo serán el rayo reflejado por la superficie y el rayo que llega al fondo del estanque, calculando los ángulos que formarán con la superficie del estanque.
índice de refracción aire-agua: 1.3 (Resultado: $\alpha_{reflexión}$= 35°; $\alpha_{refracción}$= 26°10')

22) Debemos fabricar una lente biconvexa simétrica de 5 dioptrías con un material de vidrio de n=1.6. Calcular su distancia focal y su radio de curvatura.
(Resultado: f'=20 cm ; r_1=-r_2=24 cm)

23) Un objeto de 2 cm de altura está situado a 30 cm de una lente convergente de 20 cm de distancia focal. Calcular la posición y el tamaño de la imagen.
(Resultado: s'=+60 cm , y'=-4 cm)

24) Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 20 cm del centro óptico de una lente divergente de 30 cm de distancia focal. Calcula la posición y el tamaño de la imagen.
(Resultado: s'=-12 cm , y'=0,6 cm)

25) Un objeto está a 5 cm de una lente biconvexa de distancia focal 7.5 cm. Calcular gráfica y analíticamente la posición de la imagen y el aumento lateral.
(Resultados: s'= -15 cm, 🚲=+3)

26) Un objeto de 9 cm de alto está a 27 cm de una lente divergente de f=-18 cm. Dibujar y calcular la posición y la altura de la imagen. (Resultado: s'=-10,8 cm , y'=+3.6 cm)

27) Determinar la naturaleza, posición y amplificación de la imagen en una lente delgada convergente de 1 dioptría si el objeto está a 150 cm.
(Resultado: imagen real invertida, s'=300 cm, 🚲=-2)

28) Tenemos una lente divergente de -10 dioptrías. Calcular la posición y el aumento lateral para un objeto situado a 30 cm a la izquierda de la lente.
(Resultado: s'=-7,5 cm , 🚲=+0,25)

29) La lente convergente de un proyector de diapositivas, que tiene una distancia focal de +15,0 cm, proyecta la imagen nítida de una diapositiva de 3,5 cm de ancho sobre una pantalla que se encuentra a 4,0 m de la lente.

a) ¿A que distancia de la lente esta colocada la diapositiva?
b) ¿Cuál es el aumento de la imagen formada por el proyector en la pantalla?
c) Si colocamos la diapositiva a 16cm de la lente, ¿a qué distancia de la lente se formará la imagen?

Nota: Dibuja el objeto, la lente, el diagrama de rayos y la imagen en los apartados a) y c).
PAU ULL junio 2006

30) Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 20 cm del centro óptico de una lente divergente de 30 cm de distancia focal. Calcula la posición y el tamaño de la imagen.
(Resultado: s'=-12 cm , y'=0,6 cm)

31) En el banco óptico del laboratorio disponemos de una lente cuya distancia focal es -20cm.

a) Determina la posición y tamaño de la imagen de un objeto de 5 cm de altura cuando se coloca a 30 cm de la lente. (Resultado: s'= -12 cm , y'=+2 cm)
b) Determina la posición y tamaño de la imagen de un objeto de 5 cm de altura cuando se coloca a 10 cm de la lente. (Resultado: s'= -6,7 cm , y'=+1,1 cm)
c) Calcula la potencia de la lente. (Resultado: Pot = - 5 dioptrías)

PAU ULL septiembre 2008

32) Debemos fabricar una lente biconvexa simétrica de 5 dioptrías con un material de vidrio de n=1.6. Calcular su distancia focal y su radio de curvatura.

(Resultado: f'=20 cm ; r_1=-r_2=24 cm)

33) Un objeto de 10 mm de altura se sitúa a 20 cm del centro óptico de una lente divergente de 30 cm de distancia focal.

a) Calcula la posición y tamaño de la imagen. (Resultado: s'= -12 cm , y'=+0,6 cm)

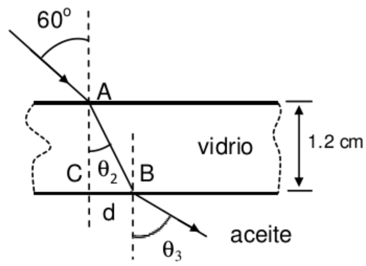
b) Construye la imagen gráficamente.

McGraw, Física 2, pg243 ej. 19

36) Un rayo de luz monocromática al incidir con un ángulo de 60° en el punto A situado en la interfase entre el aire (n_1 =1.00) y una lámina de vidrio (n_2 =1.52) de 1.2 cm de espesor, se refracta. El rayo refractado alcanza al punto B, situado en la interfase entre el vidrio y el aceite (n_3 =1.45) y sufre una nueva refracción.

a) ¿Cuánto valen los ángulos θ_2 y θ_3 que forman los rayos refractados con la normal?

(Resultado: θ_2=34.7º, θ_3=36.7º)



b) ¿Qué velocidad lleva el rayo en el vidrio? ¿Cuánto tiempo tarda el rayo en atravesar la lámina de vidrio? (Resultado: v=1,97 10^8 m/s, t=7,41 10^{-11}s)

c) ¿Cuánto vale la distancia d que hay entre los puntos C y B?

(Resultado: BC= 8,32 10^{-3} m) Dato: c=3×10^8 m/s *PAU ULL junio 2014*

37) Un pescador se encuentra sobre su barca a una altura de 2 m sobre la superficie del agua. Un pez nada bajo la vertical del pescador a 30 cm de profundidad. ¿A qué distancia ve el pescador al pez? Dato: n_{agua} = 1,33 (Resultado: s'= 2,23 m)

McGraw, Física 2, pg242 ej. 5

38) a) Obtén gráficamente la imagen de un objeto situado a una distancia de una lente delgada convergente igual a dos veces su distancia focal. Indica las características de la imagen obtenida.

b) Si la distancia focal es de 30 cm, calcula dónde se forma la imagen teniendo en cuenta la situación anterior.

c) Calcula el aumento lateral y la potencia de la lente.

(Resultado: s'= 0,60 m , β = -1 , Pot = 3,33 dioptrías)

PAU ULL septiembre 2010

39) Una lente delgada biconvexa simétrica tiene una distancia focal de 50 cm.

a) Si el índice de refracción del vidrio de la lente es 1,5 calcula los radios de curvatura de la lente.

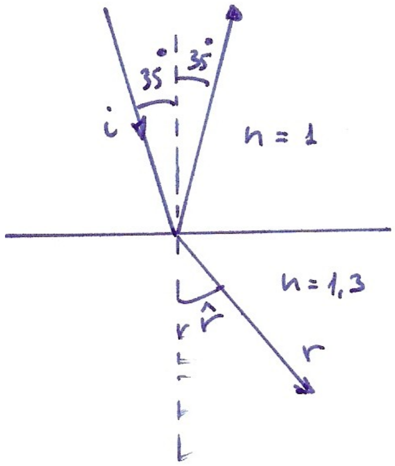
b) Si tenemos un objeto de 5 cm de alto y queremos proyectar una imagen de 40 cm de alto, calcula dónde hay que poner la pantalla.

40) Tenemos una lente bicóncava con una distancia focal de 2,92 cm. Calcula la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 1 cm de alto situado a 4 cm de la lente.

(Resultado: s'= -1,69 cm , y'=+0,42 cm)

En un estanque de agua, con la superficie en reposo, entra un rayo de luz con un ángulo de incidencia de 35°. Dibuja cómo serán el rayo reflejado por la superficie y el rayo que llega al fondo del estanque, calculando los ángulos que formarán con la superficie del estanque.

índice de refracción aire-agua: 1.3 (Resultado: $\alpha_{reflexión}$= 35°; $\alpha_{refracción}$= 26°10')



Como para la reflexión $\hat{i} = \hat{r}$, el ángulo del rayo reflejado será de 35°

En cuanto al refractado, aplicando la ley de Snell

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{\text{sen } 35}{\text{sen } r} = \frac{1{,}3}{1} \; ; \quad \text{sen } r = \frac{\text{sen } 35}{1{,}3} = 0{,}441$$

$$r = \text{arc sen } 0{,}441 = 26^\circ 10'$$

Debemos fabricar una lente biconvexa simétrica de 5 dioptrías con un material de vidrio de n=1.6. Calcular su distancia focal y su radio de curvatura.

(Resultado: f'=20 cm ; $r_1=-r_2=24$ cm)

Consideramos lentes esféricas y óptica paraxial

puesto que $P = \frac{1}{f'}$, $5 = \frac{1}{f'}$; $f' = \frac{1}{5} = 0{,}20$ m

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

y teniendo en cuenta que: $\frac{1}{f'} = 5$ $\quad R_1 = -R_2$ por ser simétrica

$$5 = (1{,}6-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{-1}{R_2}\right)$$

$$5 = 0{,}6\left(\frac{2}{R_1}\right) \quad ; \quad R_1 = \frac{0{,}6 \cdot 2}{5} = 0{,}24 \text{ m}$$

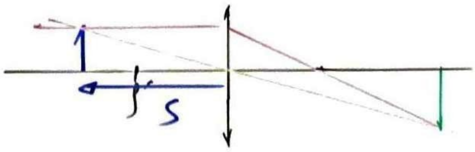
Un objeto de 2 cm de altura está situado a 30 cm de una lente convergente de 20 cm de distancia focal. Calcular la posición y el tamaño de la imagen.

(Resultado: s'=+60 cm , y'=-4 cm)

Hipótesis y modelo

- Óptica paraxial
- $n_{aire} = 1$
- Lentes simétricas

Esquema



Funciones y parámetros

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{f'}$$

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

$s = -30\,cm$

$f' = 20\,cm$

$y = 2\,cm$

Cuestiones

Cálculo de s'

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-30} = \frac{1}{20} \; ; \; \frac{1}{s'} = \frac{1}{20} - \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{3}{60} - \frac{2}{60} = \frac{1}{60} \; ; \; s' = 60\,cm$$

Cálculo de y'

$$\frac{y'}{2} = \frac{60}{-30} \; ; \; y' = -\frac{60}{30} \cdot 2 = -4\,cm$$

La imagen es real, mayor e invertida

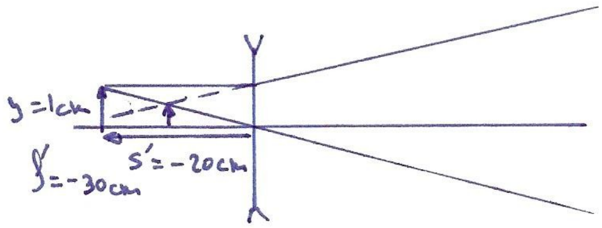
Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 20 cm del centro óptico de una lente divergente de 30 cm de distancia focal. Calcula la posición y el tamaño de la imagen.

(Resultado: s'=-12 cm , y'=0.6 cm)

Consideramos lentes esféricas y óptica paraxial

Aplicando ec. lentes delgadas

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



$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{+20} = \frac{1}{-30}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{-30} - \frac{1}{20} = \frac{-2-3}{60} = \frac{-5}{60}$$

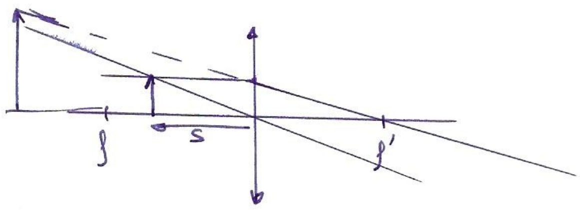
$$s' = \frac{-60\,cm}{5} = -12\,cm$$

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \qquad \frac{y'}{1} = \frac{-12}{-20} = +0{,}6\,cm$$

Un objeto está a 5 cm de una lente biconvexa de distancia focal 7.5 cm. Calcular gráfica y analíticamente la posición de la imagen y el aumento lateral.

(Resultados: s'= -15 cm, β=+3)

Suponemos lentes esféricas y óptica paraxial



$s = -5\text{cm}$

$f' = 7{,}5\text{cm}$

a) $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

$\frac{1}{s'} + \frac{1}{+5} = \frac{1}{7{,}5}$

$\frac{1}{s'} = \frac{1}{7{,}5} - \frac{1}{5} = 0{,}1333 - 0{,}2 = -0{,}06\overline{6}$

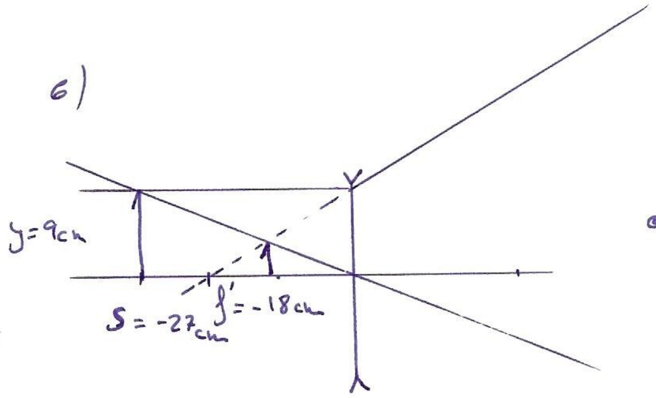
$s' = \underline{\underline{-15\text{ cm}}}$

b) $\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$; $\beta = \frac{-15}{-5} = \underline{\underline{+3}}$

Un objeto de 9 cm de alto está a 27 cm de una lente divergente de f=-18 cm.
Dibujar y calcular la posición y la altura de la imagen.

(Resultado: s'=-10.8 cm , y'=+3.6 cm)

6)



Suponemos lentes esféricas y óptica paraxial.

a) $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

$\frac{1}{s'} + \frac{1}{\cancel{-}27} = \frac{1}{-18}$

$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{18} - \frac{1}{27} = -\frac{1}{9\cdot 2} - \frac{1}{9\cdot 3}$

$\frac{1}{s'} = -0,0926$

$s' = -10,8$ cm

b)

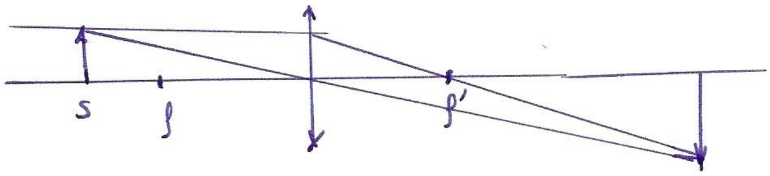
$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$; $\frac{y'}{9} = \frac{\cancel{-}10,8}{\cancel{-}27}$

$y' = \frac{10,8}{27} \cdot 9 = +3,6$ cm

Determinar la naturaleza, posición y amplificación de la imagen en una lente delgada convergente de 1 dioptría si el objeto está a 150 cm.

(Resultado: imagen real invertida, s'=300 cm, β=-2)

Suponemos lentes esféricas y óptica paraxial



$s = -150 cm$

$f' = +100 cm$

a) $Pot = \frac{1}{f'} = 1$ dioptría

$f' = \frac{1}{1} = 1m = 100cm$

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

$\frac{1}{s'} + \frac{1}{+150} = \frac{1}{+100}$

$\frac{1}{s'} = \frac{1}{100} - \frac{1}{150} = 3,33 \cdot 10^{-3}$

$s' = 300 cm$

b)

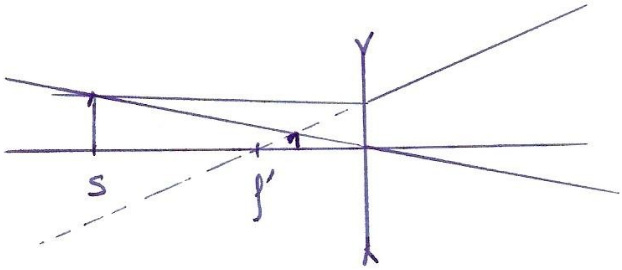
$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$

$\beta = \frac{+300}{-150} = -2$

Tenemos una lente divergente de -10 dioptrías. Calcular la posición y el aumento lateral para un objeto situado a 30 cm a la izquierda de la lente.

(Resultado: s'=-7.5 cm , β=+0.25)

Suponemos lentes esféricas y óptica paraxial



$$Pot = \frac{1}{f'} = -10$$

$s = -30\,cm$

$$f' = \frac{1}{-10} = -0{,}1\,m = 10\,cm$$

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

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{+30} = \frac{1}{-10}$$

$$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{10} - \frac{1}{30} = \frac{-3}{30} - \frac{1}{30} = \frac{-4}{30}$$

$$s' = \frac{-30}{4} = -7{,}5\,cm$$

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-7{,}5}{-30} = 0{,}25$$

La lente convergente de un proyector de diapositivas, que tiene una distancia focal de +15,0 cm, proyecta la imagen nítida de una diapositiva de 3,5 cm de ancho sobre una pantalla que se encuentra a 4,0 m de la lente.

a) ¿A que distancia de la lente esta colocada la diapositiva?
b) ¿Cuál es el aumento de la imagen formada por el proyector en la pantalla?
c) Si colocamos la diapositiva a 16cm de la lente, ¿a qué distancia de la lente se formará la imagen?

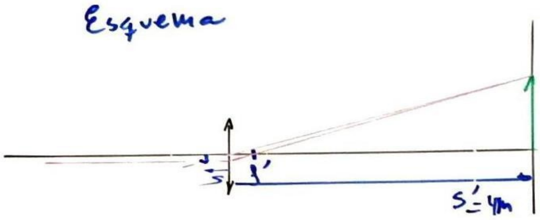
Nota: Dibuja el objeto, la lente, el diagrama de rayos y la imagen en los apartados a) y c).

PAU ULL junio 2006

Hipótesis y modelo

- Óptica paraxial
- lentes esféricas simétricas
- $n_{aire} = 1$

Esquema



Funciones y parámetros

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

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

$f' = +15{,}0$ cm

$s' = +4{,}0$ m $= 400$ cm

$y = -3{,}5$ cm

Cuestiones.

a) Calculamos s con la función de las lentes

$$\frac{1}{400} - \frac{1}{s} = \frac{1}{15} \; ; \; \frac{1}{s} = -\frac{1}{15} + \frac{1}{400}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{-400 + 15}{15 \cdot 400} = \frac{-385}{6000}$$

$$s = \frac{6000}{-385} = -15{,}58 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{s} = -\frac{80}{1200} + \frac{3}{1200} = \frac{-77}{1200}$$

$$s = \frac{-1200}{77} = -15{,}58 \text{ cm}$$

b) Calculamos el aumento lateral

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{400}{-15{,}58} = -25{,}67$$

c) Calculamos s' con la función de las lentes

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-16} = \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{15} - \frac{1}{16} = \frac{16-15}{15 \cdot 16} = \frac{1}{240}$$

$s' = 240$ cm

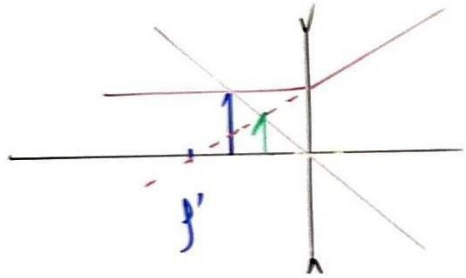
Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 20 cm del centro óptico de una lente divergente de 30 cm de distancia focal. Calcula la posición y el tamaño de la imagen.

(Resultado: s'=-12 cm , y'=0.6 cm)

Hipótesis y modelo

- óptica paraxial
- lentes esféricas simétricas
- $n_{aire} = 1$

Esquema



Funciones y parámetros

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

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

$y = 1\,cm$

$s = -20\,cm$

$f' = -30\,cm$

Cuestiones

Cálculo de s' mediante la función de las lentes

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-20} = \frac{1}{-30}$$

$$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{30} - \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{s'} = -\frac{2}{60} - \frac{3}{60} = \frac{-5}{60}$$

$$s' = -\frac{60}{5} = -12\,cm$$

Cálculo de y' con aumento lateral

$$\frac{y'}{1} = \frac{-12}{-20}$$

$$y' = \frac{12}{20} \cdot 1 = 0{,}6\,cm$$

La imagen es virtual, menor y derecha

Un objeto de 5 cm de altura se sitúa frente a una lente divergente de distancia focal f' = - 20 cm. Calcular la posición y tamaño de la imagen si:

a) El objeto se sitúa a 30 cm del centro óptico. (Resultado: s'= -12 cm , y'=+2 cm)
b) El objeto se sitúa a 10 cm del centro óptico. (Resultado: s'= -6,7 cm , y'=+1,1 cm)
c) Calcula la potencia de la lente. (Resultado: Pot = - 5 dioptrías)

PAU ULL septiembre 2008

Hipótesis y modelo

- Óptica paraxial
- lentes esféricas simétricas
- $n_{aire} = 1$

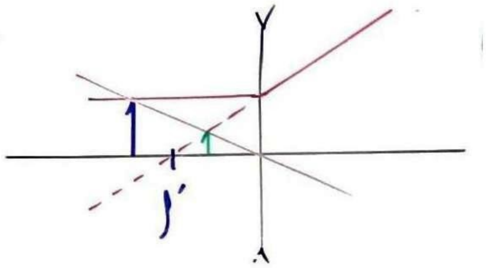
Funciones

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

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

Esquema

a)



parámetros

$s = -30cm$

$f' = -20cm$

Cuestiones

a)
$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-30} = \frac{1}{-20}$$

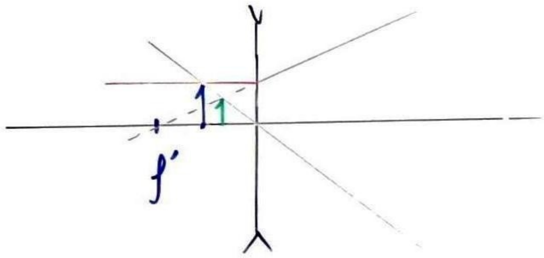
$$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{30} = -\frac{3}{60} - \frac{2}{60}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{-5}{60} \; ; \; s' = -\frac{60}{5} = -12cm$$

$$y' = \frac{\cancel{-}12}{\cancel{-}30} \cdot 5 = 2cm$$

La imagen es menor, virtual y derecha

b) Esquema



parámetros

$s = -10\,cm$

$f' = -20\,cm$

Cuestiones

b) $\frac{1}{s'} - \frac{1}{-10} = \frac{1}{-20}$

$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{10} = -\frac{1}{20} - \frac{2}{20} = \frac{-3}{20}$

$s' = -\frac{20}{3} = -6{,}67\,cm$

$y' = \frac{-6{,}67}{-10} \cdot 5 = 3{,}35\,cm$

La imagen es menor, virtual y derecha

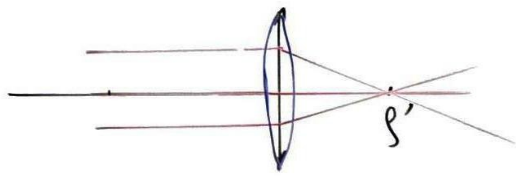
c) Potencia $= \frac{1}{f} = \frac{1}{-0{,}20} = -5$ dioptrías

Debemos fabricar una lente biconvexa simétrica de 5 dioptrías con un material de vidrio de n=1.6. Calcular su distancia focal y su radio de curvatura. (Resultado: f'=20 cm ; r_1=-r_2=24 cm)

Hipótesis y modelo

- Óptica paraxial
- $n_{aire} = 1$

Esquema



Funciones y parámetros

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \qquad \text{Potencia} = \frac{1}{f\,(m)}$$

$n = 1,6$

Cuestiones.

Como potencia = 5 dioptrías

$$5 = \frac{1}{f'} \; ; \; f' = \frac{1}{5} = 0,20\ m = 20\ cm$$

Radio de curvatura

Como es simétrica, $R_1 = -R_2$

Aplicando la función de las lentes

$$(1,6-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{-R_1}\right) = \frac{1}{0,20}$$

$$0,6 \cdot \frac{2}{R_1} = \frac{1}{0,20} \; ; \; \frac{1}{R_1} = \frac{1}{2 \cdot 0,6\, 0,20}$$

$$R_1 = 2 \cdot 0,6 \cdot 0,20 = 0,24\ m = 24\ cm$$

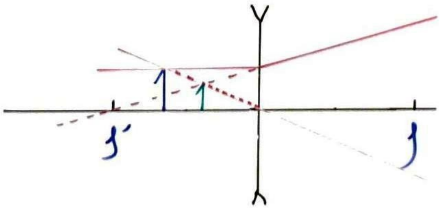
Un objeto de 10 mm de altura se sitúa a 20 cm del centro óptico de una lente divergente de 30 cm de distancia focal.

a) Calcula la posición y tamaño de la imagen. (Resultado: s'= -12 cm , y'=+0,6 cm)
b) Construye la imagen gráficamente.

Hipótesis y modelo

- óptica paraxial
- lentes esféricas simétricas
- $n_{aire} = 1$

Esquema
(diagrama de rayos)



Funciones y parámetros

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

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

$y = 10\,mm = 1\,cm$ $\quad f = 30\,cm$

$s = -20\,cm$

Cuestión

a) Para calcular s' usamos la ecuación de las lentes delgadas

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-20} = -\frac{1}{30}$$

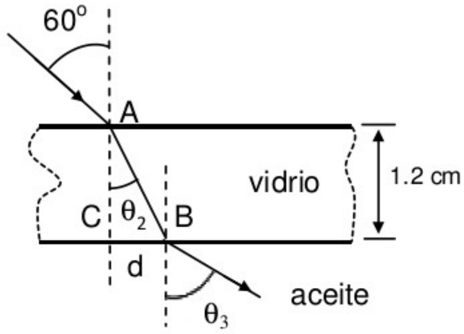
$$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{30} - \frac{1}{20} = -\frac{2}{60} - \frac{3}{60} = -\frac{5}{60}$$

$$s' = -\frac{60}{5} = -12\,cm$$

El tamaño de la imagen será

$$\frac{y'}{1} = \frac{-12}{-20}\ ; \quad y' = +0{,}6\,cm$$

36) Un rayo de luz monocromática al incidir con un ángulo de 60° en el punto A situado en la interfase entre el aire (n_1 =1.00) y una lámina de vidrio (n_2 =1.52) de 1.2 cm de espesor, se refracta. El rayo refractado alcanza al punto B, situado en la interfase entre el vidrio y el aceite (n_3 =1.45) y sufre una nueva refracción.



a) ¿Cuánto valen los ángulos θ_2 y θ_3 que forman los rayos refractados con la normal?

(Resultado: θ_2=34.7º, θ_3=36.7º)

b) ¿Qué velocidad lleva el rayo en el vidrio? ¿Cuánto tiempo tarda el rayo en atravesar la lámina de vidrio?

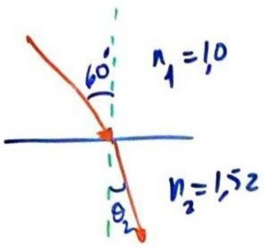
(Resultado: v=1,97 10^8 m/s, t=7,41 10^{-11}s)

c) ¿Cuánto vale la distancia d que hay entre los puntos C y B?

(Resultado: BC= 8,32 10^{-3} m)

Dato: c=3×10^8 m/s

a)



Aplicando ley de Snell

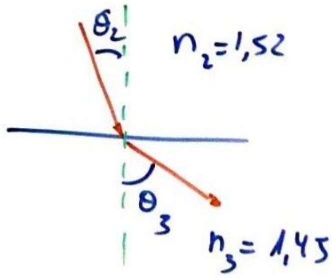
$$n_i \operatorname{sen} \hat{i} = n_r \operatorname{sen} \hat{r}$$

$$1 \cdot \operatorname{sen} 60^\circ = 1,52 \cdot \operatorname{sen}\theta_2$$

$$1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 1,52 \operatorname{sen}\theta_2$$

$$\operatorname{sen}\theta_2 = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 1,52} = 0,57$$

$$\theta_2 = \operatorname{arcsen} 0,57 = 34,73^\circ$$



Aplicamos ley de Snell

$$n_2 \operatorname{sen}\theta_2 = n_3 \operatorname{sen}\theta_3$$

$$1,52 \operatorname{sen} 34,73 = 1,45 \operatorname{sen}\theta_3$$

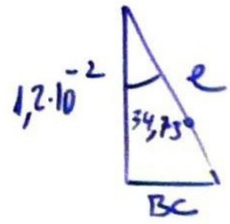
$$\operatorname{sen}\theta_3 = \frac{1,52 \cdot 0,57}{1,45} = 0,597$$

$$\theta_3 = \operatorname{arcsen} 0,597 = 36,7^\circ$$

b) Por la definición de índice de refracción

$$n_2 = \frac{c}{v_2} \quad ; \quad v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,52} = 1,97 \cdot 10^8 \ m/s$$

Calculamos distancia recorrida.



$$\cos 34,73 = \frac{1,2\cdot10^{-2}}{e}$$

$$e = \frac{1,2\cdot10^{-2}}{\cos 34,73} = 1,46\cdot10^{-2} \ m$$

$$e = vt \quad ; \quad t = \frac{e}{v} = \frac{1,46\cdot10^{-2} \ m}{1,97\cdot10^{8} \ m/s} = 7,41\cdot10^{-11} \ s$$

c) La distancia C-B es el cateto opuesto del triángulo

$$\text{sen } 34,73 = \frac{B\text{-}C}{1,46\cdot10^{-2}}$$

$$BC = 1,46\cdot10^{-2} \cdot \text{sen } 34,73 = 8,32\cdot10^{-3} \ m$$

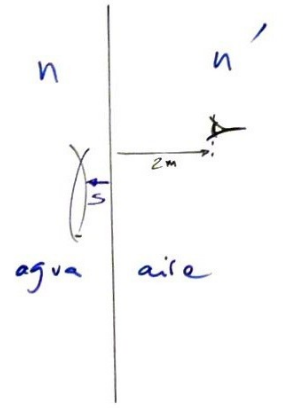
37) Un pescador se encuentra sobre su barca a una altura de 2 m sobre la superficie del agua. Un pez nada bajo la vertical del pescador a 30 cm de profundidad. ¿A qué distancia ve el pescador al pez? Dato: $n_{agua} = 1,33$ (Resultado: s'= 2,23 m)

McGraw, Física 2, pg242 ej. 5

Hipótesis y modelo

- Suponemos medio transparente e isótropo.
- Modelo de dioptrio plano

Esquema



Funciones y parámetros

$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{R}$$

$R = \infty$

$s = -0,30$ m

$n = 1,3$ (agua)

$n' = 1$ (aire)

Cuestiones

Sustituyendo en la ecuación del dioptrio los valores de n, n', s y R (R = ∞ por ser plano)

$$\frac{1}{s'} - \frac{1,3}{-0,30} = \frac{1-1,3}{\infty} = 0$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1,3}{-0,30}$$

$$s' = \frac{-0,30}{1,3} = -0,23 \text{ m}$$

El pescador ve al pez a 2 + 0,23 = 2,23 m

El pez está a 2 + 0,30 = 2,30 m

38) a) Obtén gráficamente la imagen de un objeto situado a una distancia de una lente delgada convergente igual a dos veces su distancia focal. Indica las características de la imagen obtenida.
b) Si la distancia focal es de 30 cm, calcula dónde se forma la imagen teniendo en cuenta la situación anterior.
c) Calcula el aumento lateral y la potencia de la lente.

(Resultado: s'= 0,60 m , β = -1 , Pot = 3,33 dioptrías)
PAU ULL septiembre 2010

Hipótesis y modelo

- Suponemos a la lente en el aire y delgada
- Suponemos óptica paraxial

Funciones y parámetros

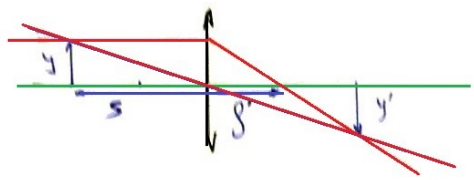
$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f}$$

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

$f' = 0,30$ m

$s = -0,60$ m

a)



b) Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

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

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-0,60} = \frac{1}{0,30}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{0,30} - \frac{1}{0,60} = \frac{2}{0,60} - \frac{1}{0,60} = \frac{1}{0,60}$$

$s' = 0,60$ m

c) Aplicando magnificación lateral:

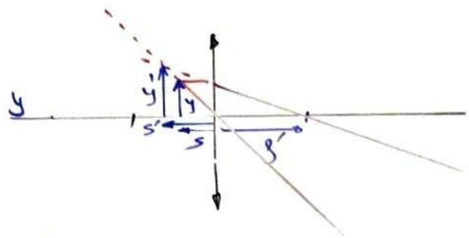
$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{0,60}{-0,60} = -1$$

$$Pot = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0,30} = 3,33 \text{ dioptrías}$$

39)Una lente delgada biconvexa simétrica tiene una distancia focal de 50 cm.
a) Si el índice de refracción del vidrio de la lente es 1,5 calcula los radios de curvatura de la lente.
b) Si tenemos un objeto de 5 cm de alto y queremos proyectar una imagen de 40 cm de alto, calcula dónde hay que poner la pantalla.

Hipótesis y modelo

- Suponemos a la lente en el aire y delgada
- Suponemos óptica paraxial



Funciones y parámetros

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)=\frac{1}{f'}=-\frac{1}{f}$$

$$\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s} \qquad R_1=-R_2$$

$$n=1,5 \qquad y=0,05\ m$$

$$f'=+0,50\ m \qquad y'=-0,40\ m$$

a) Aplicando la ecuación de las lentes delgadas con $R_2=-R_1$ y $n=1,5$

$$(1,5-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{-R_1}\right)=\frac{1}{0,5}$$

$$0,5\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_1}\right)=\frac{1}{0,5}$$

$$0,5\,\frac{2}{R_1}=\frac{1}{0,5} \ ; \quad R_1=0,5\cdot 2\cdot 0,5$$

$$R_1=0,5\ m \ ; \quad R_2=-0,5\ m$$

b) De la ecuación de las lentes sabemos que

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{0,5}$$

Y de la magnificación lateral

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \ ; \quad \frac{0,40}{0,05} = \frac{s'}{s} \ ; \quad 8 = \frac{s'}{s}$$

$$s' = 8\,s$$

$$\frac{1}{8s} - \frac{1}{s} = 2 \ ; \quad \frac{1}{8s} - \frac{8}{8s} = 2$$

$$\frac{-7}{8s} = 2 \ ; \quad s = \frac{-7}{8 \cdot 2}$$

$$s = -0,437 \text{ m} \qquad s' = 8\,s = -3,5 \text{ m}$$

La imagen es virtual, no se proyecta en la pantalla

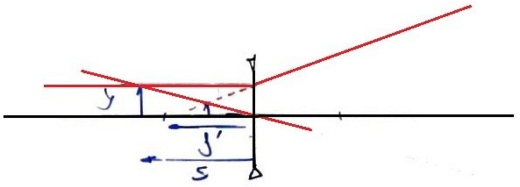
40) Tenemos una lente bicóncava con una distancia focal de 2,92 cm. Calcula la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 1 cm de alto situado a 4 cm de la lente.

(Resultado: s'= -1,69 cm , y'=+0,42 cm)

Hipótesis y modelo

– Suponemos a la lente en el aire y delgada

– Suponemos óptica paraxial



Funciones y parámetros

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)=\frac{1}{f'}=-\frac{1}{f}$$

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

$f' = 2,92\ cm = -0,0292\ m$

$y = 0,01\ m$

$s = -0,04\ m$

a) Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}\ ;\ \frac{1}{s'}-\frac{1}{-0,04}=\frac{1}{-0,0292}$$

$$\frac{1}{s'}+25=-34,25$$

$$\frac{1}{s'}=-34,25-25=-59,25$$

$$s'=\frac{1}{-59,25}=-0,0168\ m$$

Aplicando la magnificación lateral

$$\frac{y'}{0,01}=\frac{-0,0168}{-0,04}\ ;\ y'=4,2\cdot 10^{-3}\ m=0,43\ mm$$