

## Óptica xeométrica

[Método e recomendacións](#)

### PROBLEMAS

#### Espellos

- Un espello ten 1,5 de aumento lateral cando a cara dunha persoa está a 20 cm dese espello.
  - Razoa se ese espello é plano, cóncavo ou convexo.
  - Debuxa o diagrama de raios.
  - Calcula a distancia focal do espello.

(A.B.A.U. extr. 18)

**Rta.:** c)  $f = -60$  cm

#### Datos (convenio de signos DIN)

Posición do obxecto

Aumento lateral

#### Incógnitas

Distancia focal do espello

#### Ecuacións

Relación entre a posición da imaxe e a do obxecto nos espellos

Aumento lateral nos espellos

Relación entre a distancia focal e o radio de curvatura

#### Cifras significativas: 2

$$s = -20 \text{ cm} = -0,20 \text{ m}$$

$$A_L = 1,5$$

$$f$$

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

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

$$f = R / 2$$

#### Solución:

c) Para determinar se o espello é plano, cóncavo ou convexo, calcúlase a distancia focal.

Emprégase a ecuación do aumento lateral para establecer a relación entre a distancia obxecto  $s$  e a distancia imaxe  $s'$ :

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

Polo convenio de signos, os puntos situados á esquerda do espello teñen signo negativo.

$$s' = -1,5 s = -1,5 \cdot (-0,20 \text{ [m]}) = 0,30 \text{ m}$$

Substitúense os datos na ecuación dos espellos:

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{0,30 \text{ [m]}} + \frac{1}{-0,20 \text{ [m]}} = \frac{1}{f}$$

A distancia focal calcúlase desdexando:

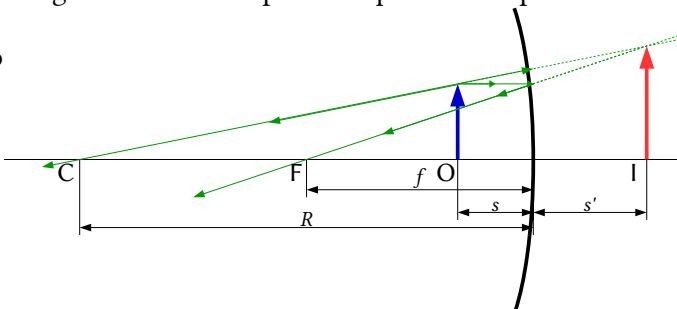
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{0,30 \text{ [m]}} + \frac{1}{-0,20 \text{ [m]}} = 3,3 \text{ [m]}^{-1} - 5,0 \text{ [m]}^{-1} = -1,7 \text{ [m]}^{-1} \Rightarrow f = -0,60 \text{ m}$$

a) O espello é cóncavo, posto que a distancia focal é negativa. O foco atópase á esquerda do espello.

b)

Debúxase un esquema de espello cóncavo (un arco de circunferencia vertical cóncavo cara á esquerda), e sitúase o foco  $F$  á esquerda do espello, á metade da distancia entre o espello e o seu centro  $C$ . Debúxase, á súa esquerda, unha frecha vertical cara arriba, que representa ao obxecto  $O$ .

Desde o punto superior do obxecto débúxanse dous raios:



- Un, horizontal cara ao espello, que se reflicte de maneira que o raio reflectido pasa polo foco F.
- Outro, cara ao espello, que se reflicte sen desviarse pasando polo centro C de curvatura do espello.

Como os raios non se cortan, prológanse alén do espello ata que as súas prolongacións se corten.

O punto de corte é o correspondente á punta da imaxe I. Debúxase unha frecha vertical nese punto.

## ● Lentes

- Un obxecto de 4 cm de altura está situado 20 cm diante dunha lente delgada diverxente de distancia focal 12 cm.

a) Determina a posición e o tamaño da imaxe.

b) Debuxa un esquema (marcha de raios) coa posición do obxecto, a lente e a imaxe.

(A.B.A.U. extr. 23)

**Rta.:** a)  $s' = -7,5$  cm;  $y' = 1,5$  cm

### Datos (convenio de signos DIN)

Altura do obxecto

Posición do obxecto

Distancia focal da lente

### Incógnitas

Posición da imaxe

Altura da imaxe

### Ecuacións

Relación entre a posición da imaxe e a do obxecto nas lentes

Aumento lateral nas lentes

### Cifras significativas: 2

$$y = 4,0 \text{ cm} = 0,040 \text{ m}$$

$$s = -20 \text{ cm} = -0,20 \text{ m}$$

$$f = -12 \text{ cm} = -0,12 \text{ m}$$

$$s'$$

$$y'$$

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

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

### Solución:

a) Polo convenio de signos, os puntos situados á esquerda da lente teñen signo negativo.

Para unha lente diverxente,  $f = -0,12$  m.

Emprégase a ecuación das lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-0,20 \text{ [m]}} = \frac{1}{-0,12 \text{ [m]}}$$

Calcúlase a posición da imaxe despxando:

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{-0,12 \text{ [m]}} + \frac{1}{-0,20 \text{ [m]}} = -8,3 \text{ [m]}^{-1} - 5,0 \text{ [m]}^{-1} = -13,3 \text{ [m]}^{-1} \Rightarrow s' = -0,075 \text{ m} = -7,5 \text{ cm}$$

A imaxe fórmase a 7,5 cm á esquerda da lente.

Substitúense os datos na ecuación do aumento lateral nas lentes, e calcúlase a altura da imaxe despxando:

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-0,075 \text{ [m]}}{-0,20 \text{ [m]}} = 0,38$$

$$y' = A_L \cdot y = 0,38 \cdot 0,04 \text{ m} = 0,015 \text{ m} = 1,5 \text{ cm}$$

A imaxe é virtual ( $s' < 0$ ), dereita ( $A_L > 0$ ) e menor ( $|A_L| < 1$ ).

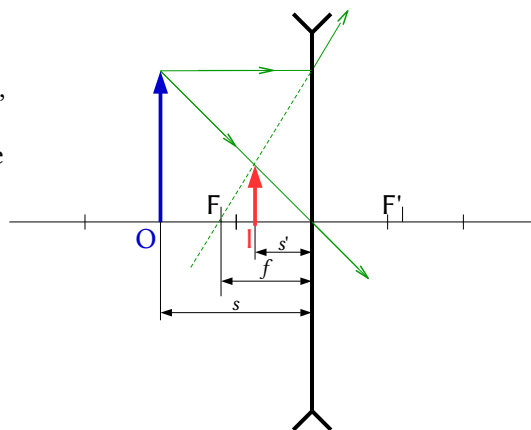
b)

Debúxase un esquema de lente diverxente (unha liña vertical rematada por dous «ángulos» ou puntas de frechas invertidas), e sitúase o foco F á esquerda da lente.

Debúxase, á súa esquerda, unha frecha vertical cara arriba, que representa ao obxecto O.

Desde o punto superior do obxecto débúxanse dous raios:

- Un, cara ao centro da lente. Atravésaa sen desviarse.



- Outro, horizontal cara á lente, que a atravesa e se refracta. Debúxase de forma que a súa prolongación pase polo foco da esquerda, F, un punto simétrico ao foco F'.

Os raios non se cortan. Córtase o raio dirixido ao centro da lente coa prolongación do raio refractado. O punto de corte é o correspondente á punta da imaxe I. Debúxase unha frecha vertical nese punto.

*Análise: Os resultados dos cálculos numéricos están en consonancia co debuxo.*

- Situamos un obxecto de 2 cm de altura a 15 cm dunha lente de +5 dioptrías.
  - Debuxa un esquema (marcha de raios) coa posición do obxecto, a lente e a imaxe, e indica o tipo de lente.
  - Calcula a posición e o aumento da imaxe.

(A.B.A.U. ord. 23)

**Rta.:** a) converxente; b)  $y' = -60$  cm,  $A_L = 4,0$

### Datos (convenio de signos DIN)

Tamaño do obxecto

Posición do obxecto

Potencia da lente

### Incógnitas

Posición da imaxe

Aumento da imaxe

### Ecuacións

Relación entre a posición da imaxe e a do obxecto nas lentes

Aumento lateral nas lentes

Potencia dunha lente

### Cifras significativas: 2

$$y = 2,0 \text{ cm} = 0,020 \text{ m}$$

$$s = -15 \text{ cm} = -15 \text{ m}$$

$$P = +5,0 \text{ dioptrías}$$

$$s'$$

$$A_L$$

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

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

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

### Solución:

a) Como a potencia dunha lente é a inversa da súa distancia focal, esta vale:

$$P = \frac{1}{f} \Rightarrow f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{5,0} = 0,20 \text{ [m]} = 20 \text{ [cm]}$$

Como a potencia é positiva, polo convenio de signos, o foco atópase á dereita da lente, polo que a lente é converxente.

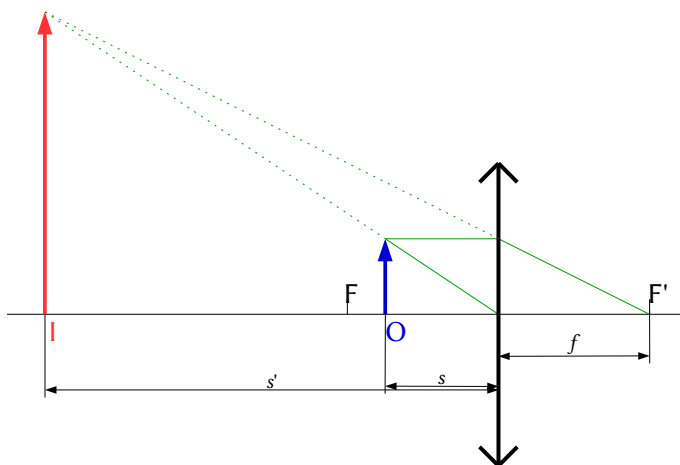
Debúxase un esquema de lente converxente (unha liña vertical rematada por dúas puntas de frechas) e sitúase o foco F' á dereita da lente.

Debúxase, á súa esquerda, unha frecha vertical cara arriba, que representa ao obxecto O.

Desde o punto superior do obxecto débúxanse dous raios:

- Un, cara ao centro da lente. Atravésaa sen desviarse.
- Outro, horizontal cara á lente, que a atravesa e se refracta. Debúxase de forma que o raio refractado pase polo foco da dereita F'.

O punto de corte é o correspondente á punta da imaxe I. Debúxase unha frecha vertical nese punto.



b) Polo convenio de signos, os puntos situados á esquerda da lente teñen signo negativo.

Substitúense os datos na ecuación das lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-0,15 \text{ [m]}} = \frac{1}{0,20 \text{ [m]}}$$

Calcúlase a posición da imaxe desdexando:

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{0,20 \text{ [m]}} + \frac{1}{-0,15 \text{ [m]}} = 5,0 \text{ [m]}^{-1} - 6,7 \text{ [m]}^{-1} = -1,7 \text{ [m]}^{-1} \Rightarrow s' = -0,60 \text{ m} = -60 \text{ cm}$$

A imaxe fórmase a 60 cm á esquerda da lente.

Substitúense os datos na ecuación do aumento lateral nas lentes:

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

A imaxe é virtual ( $s' < 0$ ), dereita ( $A_L > 0$ ) e menor ( $|A_L| < 1$ ).

*Análise: Os resultados dos cálculos numéricos están en consonancia co debuxo.*

3. Un obxecto de 4,0 cm de altura está situado a 20,0 cm dunha lente diverxente de 20,0 cm de distancia focal.

- a) Calcula a potencia da lente e a altura da imaxe.  
b) Realiza o diagrama de raios e indica as características da imaxe.

(A.B.A.U. extr. 21)

**Rta.:** a)  $P = -5,00$  dioptrías;  $y' = 2,0$  cm

**Datos (convenio de signos DIN)**

Altura do obxecto

Posición do obxecto

Distancia focal da lente

**Incógnitas**

Potencia da lente

Altura da imaxe

**Ecuacións**

Relación entre a posición da imaxe e a do obxecto nas lentes

Aumento lateral nas lentes

Potencia dunha lente

**Cifras significativas: 3**

$y = 4,00 \text{ cm} = 0,0400 \text{ m}$

$s = -20,0 \text{ cm} = -0,200 \text{ m}$

$f = -20,0 \text{ cm} = -0,200 \text{ m}$

$P$

$y'$

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

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

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

**Solución:**

- a) A potencia da lente é a inversa da distancia focal. Como a lente é diverxente, esta é negativa:

$$P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-0,200 \text{ [m]}} = -5,00 \text{ dioptrías}$$

Polo convenio de signos, os puntos situados á esquerda da lente teñen signo negativo.

Para unha lente diverxente,  $f = -0,20 \text{ m}$ .

Substitúense os datos na ecuación das lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-0,200 \text{ [m]}} = \frac{1}{-0,200 \text{ [m]}}$$

Calcúlase a posición da imaxe desdexando:

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{-0,200 \text{ [m]}} - \frac{1}{-0,200 \text{ [m]}} = -5,00 \text{ [m]}^{-1} - 5,00 \text{ [m]}^{-1} = -10,00 \text{ [m]}^{-1} \Rightarrow s' = -0,100 \text{ m}$$

A imaxe fórmase a 10 cm á esquerda da lente.

Substitúense os datos na ecuación do aumento lateral nas lentes, e calcúlase a altura da imaxe desdexando:

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-0,100 \text{ [m]}}{-0,200 \text{ [m]}} = 0,500$$

$$y' = A_L \cdot y = 0,500 \cdot 0,040 \text{ m} = 0,020 \text{ m} = 2,0 \text{ cm}$$

A imaxe é virtual ( $s' < 0$ ), dereita ( $A_L > 0$ ) e menor ( $|A_L| < 1$ ).

b)

Debúxase un esquema de lente diverxente (unha liña vertical rematada por dous «ángulos» ou puntas de frechas invertidas), e sitúase o foco F á esquerda da lente.

Debúxase, á súa esquerda, unha frecha vertical cara arriba, que representa ao obxecto O.

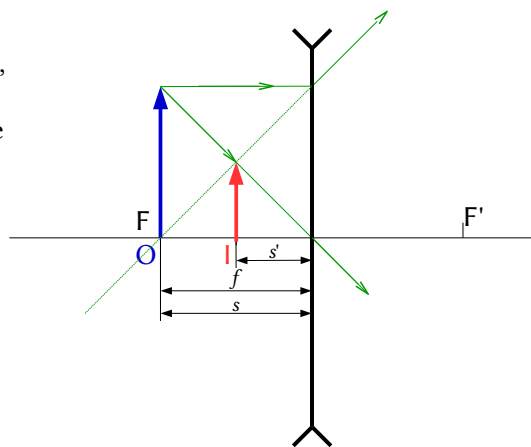
Desde o punto superior do obxecto débúxanse dous raios:

- Un, cara ao centro da lente. Atravésaa sen desviarse.
- Outro, horizontal cara á lente, que a atravesa e se refracta.

Debúxase de forma que a súa prolongación pase polo foco da esquerda, F, un punto simétrico ao foco F'.

Os raios non se cortan. Córtase o raio dirixido ao centro da lente coa prolongación do raio refractado.

O punto de corte é o correspondente á punta da imaxe I. Debúxase unha frecha vertical nese punto.



*Análise: Os resultados dos cálculos numéricos están en consonancia co debuxo.*

## ◇ CUESTIÓNS

### ● Lentes.

1. Un raio de luz incide dende un medio transparente sobre unha lente semicircular polo seu eixe. Se ao entrar na lente o raio se afasta da normal:

- A) É imposible.
- B) A lente está mal construída.
- C) O medio que rodea a lente ten maior índice de refracción ca esta.

(A.B.A.U. extr. 22)

**Solución:** A

O raio de luz que incide nunha lente polo seu eixe a atravesa sen desviarse.

2. A imaxe que se obtén ao situar un obxecto diante dunha lente diverxente a unha distancia igual ao dobre da distancia focal é:

- A) Virtual, dereita, igual.
- B) Real, dereita, menor.
- C) Virtual, dereita, menor.

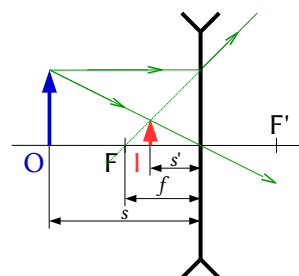
(A.B.A.U. ord. 22)

**Solución:** C

Debúxase un esquema de lente diverxente (unha liña vertical rematada por dous «ángulos» ou puntas de frechas invertidas), e sitúase o foco F á esquerda da lente. Debúxase, á súa esquerda, unha frecha vertical cara arriba, que representa ao obxecto O.

Desde o punto superior do obxecto débúxanse dous raios:

- Un, cara ao centro da lente. Atravésaa sen desviarse.



- Outro, horizontal cara á lente, que a atravesa e se refracta. Debúxase de forma que a súa prolongación pase polo foco da esquerda, F, un punto simétrico ao foco F'.

Os raios non se cortan. Córtase o raio dirixido ao centro da lente coa prolongación do raio refractado.

O punto de corte é o correspondente á punta da imaxe **I**. Debúxase unha frecha vertical nese punto.

*Análise: A imaxe é virtual xa que se forma á esquerda da lente que é a zona onde se forman as imaxes virtuais nas lentes. É dereita e máis pequena que o obxecto.*

3. Para obter unha imaxe virtual e dereita cunha lente delgada converxente, de distancia focal  $f$ , o obxecto debe estar a unha distancia da lente:

- A) Menor que  $f$ .  
B) Maior que  $f$  e menor que  $2f$ .  
C) Maior que  $2f$ .

(A.B.A.U. extr. 20)

**Solución: A**

Debúxase un esquema de lente converxente (unha liña vertical rematada por dúas puntas de frechas), un obxecto **O** (unha frecha vertical cara arriba) á súa esquerda, e sitúase o foco F' á dereita da lente.

Desde o punto superior do obxecto débúxanse dous raios:

- Un horizontal, cara á lente, que a atravesa e se refracta pasando polo foco F'.
- Outro, cara ao centro da lente. Atravésaa sen desviarse.

O punto de corte destes raios corresponde á punta da imaxe **I**. Debúxase unha frecha vertical nese punto.

O diagrama mostra a formación da imaxe cando o obxecto atópase dentro da distancia focal.

A ecuación das lentes é:

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

Despexando a distancia da imaxe á lente:

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

O criterio de signo di que hay que poñer o obxecto á esquerda da lente, e a posición é negativa:  $s < 0$ .

Nas lentes delgadas converxentes a distancia focal é positiva:  $f' > 0$ ,

Para que a imaxe sexa virtual ten que formarse á esquerda da lente:  $s' < 0$ .

Como  $f' \cdot s < 0$ , para que  $s' < 0$ ,  $s + f'$  ten que ser positiva:  $s + f' > 0$ .

Como  $s < 0$  e  $f' > 0$ , para que  $s + f'$  sexa positiva  $|s| < f'$ . O obxecto terá que atoparse dentro da distancia focal.

4. Sitúase un obxecto a unha distancia de 20 cm á esquerda dunha lente delgada converxente de distancia focal 10 cm. A imaxe que se forma é:

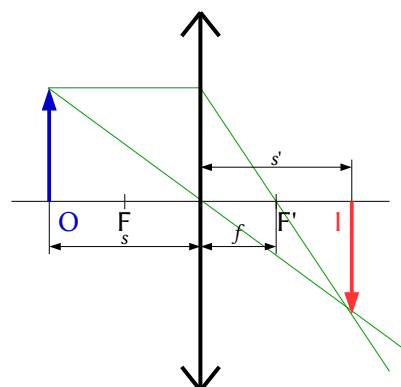
- A) De maior tamaño, real, dereita.  
B) De igual tamaño, virtual, invertida.  
C) De igual tamaño, real, invertida.

(A.B.A.U. ord. 20)

**Solución: C**

Debúxase un esquema de lente converxente (unha liña vertical rematada por dúas puntas de frechas), un obxecto **O** (unha frecha vertical cara arriba) á súa esquerda, e sitúase o foco F' á dereita da lente.

Desde o punto superior do obxecto débúxanse dous raios:



- Un horizontal, cara á lente, que a atravesa e se refracta pasando polo foco F'.
- Outro, cara ao centro da lente. Atravésaa sen desviarse.

O punto de corte destes raios corresponde á punta da imaxe **I**. Debúxase unha frecha vertical nese punto.

*Análise: A imaxe é real xa que se forma á dereita da lente que é a zona onde se forman as imaxes reais nas lentes. É invertida e de igual tamaño que o obxecto.*

5. A distancia focal dun sistema formado por unha lente converxente de 2 dioptrías e outra diverxente de 4,5 dioptrías é:
- A) 2,5 m.  
B) -0,65 m.  
C) -0,4 m.

(A.B.A.U. extr. 19)

**Solución:** C

Como non dan a distancia entre as lentes, supoño que están unidas. Nese caso:

$$P = P_1 + P_2 = 2 + (-4,5) = -2,5 \text{ dioptrías}$$

$$P = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{P} = \frac{1}{-2,5 [\text{m}^{-1}]} = -0,4 \text{ m}$$

6. Para aumentar a potencia dunha lente biconvexa simétrica situada no aire deberíamos:
- A) Aumentar os raios de curvatura e diminuír o índice de refracción do material da lente.  
B) Diminuír os raios de curvatura e aumentar o índice de refracción do material da lente.  
C) Aumentar os raios de curvatura sen variar o índice de refracción do material da lente.

(A.B.A.U. ord. 19)

**Solución:** B

A fórmula do construtor de lentes é:

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

$f$  é a distancia focal da lente,  $n$  é o índice de refracción do material da lente e  $R_1$  e  $R_2$  son os raios de curvatura das caras anterior e posterior da lente.

A potencia dunha lente é a inversa da distancia focal.

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

Para aumentar a potencia, ou sexa, diminuír a distancia focal, haberá que empregar un material con maior o índice de refracción e diminuír os raios para aumentar a curvatura das caras da lente.

7. Dispónse dunha lente converxente e quérese obter a imaxe dun obxecto. Debuxa a marcha dos raios para determinar onde debe colocarse o obxecto para que a imaxe sexa:
- a) Menor, real e invertida.  
b) Maior, real e invertida.

(A.B.A.U. ord. 17)

**Solución:**

Debúxase un esquema de lente converxente (unha liña vertical rematada por dúas puntas de frechas) e sitúase o foco F' á dereita da lente.

Debúxase, á súa esquerda, unha frecha vertical cara arriba, que representa ao obxecto **O**.

Desde o punto superior do obxecto debúxanse dous raios:

- Un, cara ao centro da lente. Atravésaa sen desviarse.
- Outro, horizontal cara á lente, que a atravesa e se refracta.

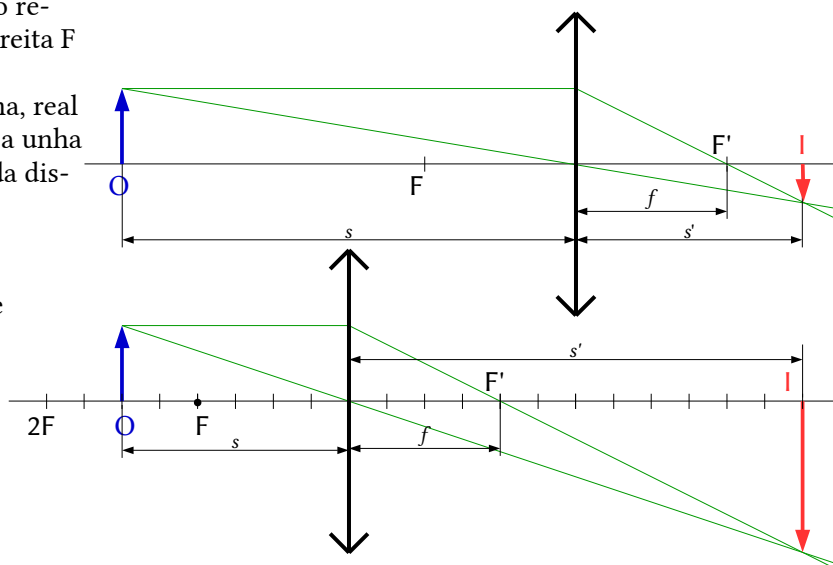
Debúxase de forma que o raio refractado pase polo foco da dereita  $F'$ .

a) Para que a imaxe sexa máis pequena, real e invertida, o obxecto debe colocarse a unha distancia da lente superior ao dobre da distancia focal.

$$|s| > 2f$$

b) Para que a imaxe sexa maior, real e invertida, o obxecto debe situarse a unha distancia da lente entre a distancia focal e o dobre da focal.

$$2f > |s| > f$$



## ♦ LABORATORIO

1. Cos datos das distancias obxecto,  $s$ , e imaxe,  $s'$ , dunha lente converxente representados na táboa adxunta:

- Representa graficamente  $1/s'$  fronte a  $1/s$ .
- Determina o valor da potencia da lente.

exp.	1	2	3	4
$s$ (cm)	11,5	12,7	15,4	17,2
$s'$ (cm)	56,0	35,5	23,6	20,1

(A.B.A.U. extr. 22)

**Rta.:** b)  $P = 11,3$  dioptrías.

### Solución:

a) Substitúense os valores de  $s$  e  $s'$  na ecuación das lentes

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

Calcúlase o inverso da distancia focal (potencia) e o valor da distancia focal para cada par de datos.

N.º. exp.	$s$ (cm)	$s'$ (cm)	$s$ (m)	$s'$ (m)	$1/s$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$1/s'$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$1/f$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$f$ (m)
1	-11,5	56,0	-0,115	0,560	-8,70	1,79	10,5	0,0954
2	-12,7	35,5	-0,127	0,355	-7,87	2,82	10,7	0,0935
3	-15,4	23,6	-0,154	0,236	-6,49	4,24	10,7	0,0932
4	-17,2	20,1	-0,172	0,201	-5,81	4,98	10,8	0,0927

De ter unha folla de cálculo poderíase representar unha gráfica como a seguinte:

Comparando coa ecuación dunha recta, a ecuación das lentes quedaría:

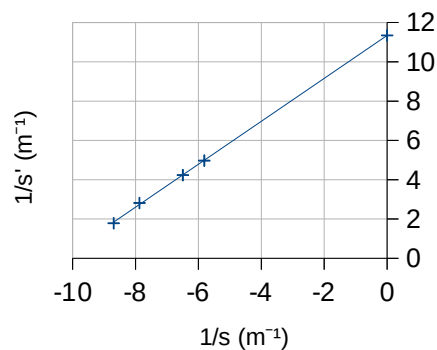
$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f}$$

Nela  $1/f$  sería a ordenada na orixe:

$$P = 1/f = 11,3 \text{ m}^{-1} = 11,3 \text{ dioptrías.}$$

Pero é máis doado calcular a potencia como valor medio:

$$P = \frac{10,5 + 10,7 + 10,7 + 10,8}{4} = 10,7 \text{ m}^{-1} = 10,7 \text{ dioptrías.}$$





2. Medíronse no laboratorio os seguintes valores para a distancia obxecto-imaxe dunha lente converxente:

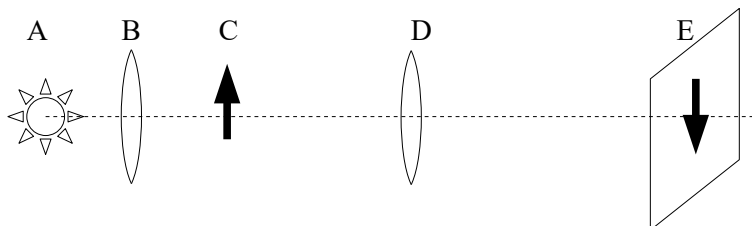
$s(\text{cm})$	39,0	41,9	49,3	59,9	68,5
$s'(\text{cm})$	64,3	58,6	48,8	40,6	37,8

- a) Explica a montaxe experimental utilizado.  
a) Calcula o valor da potencia da lente.

(A.B.A.U. ord. 21)

**Solución:**

- a) A montaxe é o da figura.



A é a fonte luminosa, B unha lente converxente que se sitúa de forma que a fonte luminosa estea no foco, para que os raios saian paralelos. C é o obxecto, D a lente converxente da que queremos achar a distancia focal e E a imaxe do obxecto.

Vaise variando a posición da lente D e movendo a pantalla E até obter unha imaxe enfocada.

- b) Substitúense os valores de  $s$  e  $s'$  na ecuación das lentes

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

Calcúlase o inverso da distancia focal (potencia) e o valor da distancia focal para cada par de datos.

N.º. exp.	$s$ (cm)	$s'$ (cm)	$s$ (m)	$s'$ (m)	$1/s$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$1/s'$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$1/f$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$f$ (m)
1	-39,0	64,3	-0,390	0,643	-2,56	1,56	4,12	0,243
2	-41,9	58,6	-0,419	0,586	-2,39	1,71	4,09	0,244
3	-49,3	48,8	-0,493	0,488	-2,03	2,05	4,08	0,245
4	-59,9	40,6	-0,599	0,406	-1,67	2,46	4,13	0,242
5	-68,5	37,8	-0,685	0,378	-1,46	2,65	4,11	0,244

De ter unha folia de cálculo poderíase representar unha gráfica como a seguinte:

Comparando coa ecuación dunha recta, a ecuación das lentes quedaría:

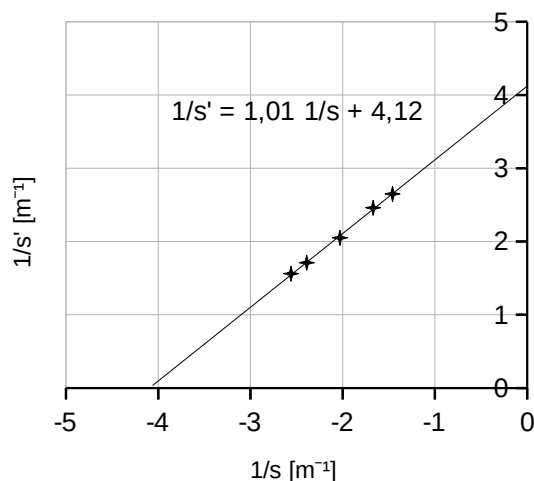
$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f}$$

Nela  $1/f$  sería a ordenada na orixe:

$$P = 1/f = 4,12 \text{ m}^{-1} = 4,12 \text{ dioptrías.}$$

Pero é máis doado calcular a potencia como valor medio:

$$P = 1/f = 4,11 \text{ m}^{-1} = 4,11 \text{ dioptrías.}$$



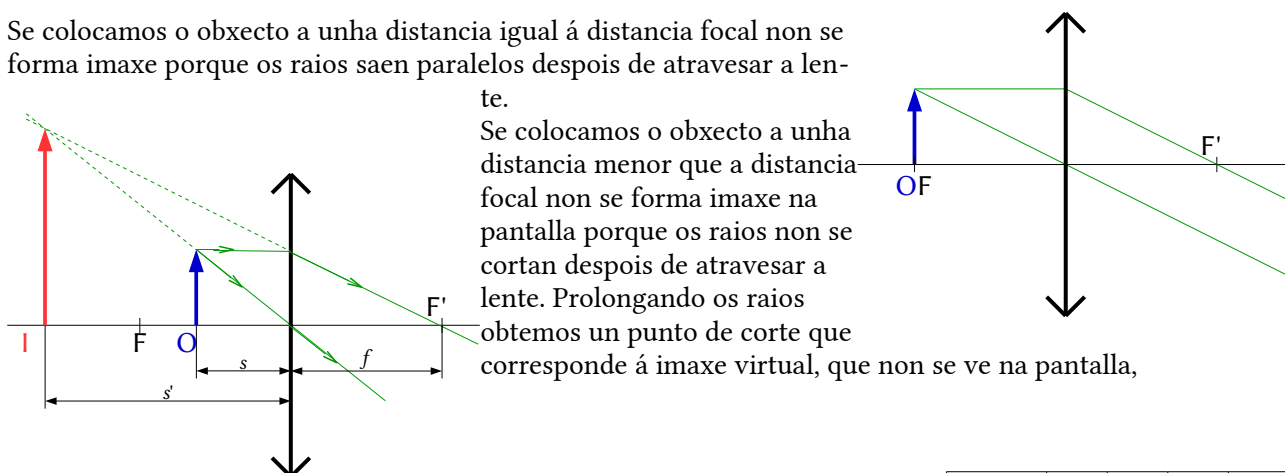
3. Na práctica de óptica xeométrica traballas con lentes converxentes e obtés imaxes nunha pantalla variando a distancia entre o obxecto e a lente. Xustifica con diagramas de raios os casos nos que non obtés imaxes na pantalla.

(A.B.A.U. extr. 19)

**Solución:**

Se colocamos o obxecto a unha distancia igual á distancia focal non se forma imaxe porque os raios saen paralelos despois de atravesar a lente.

Se colocamos o obxecto a unha distancia menor que a distancia focal non se forma imaxe na pantalla porque os raios non se cortan despois de atravesar a lente. Prolongando os raios obtemos un punto de corte que corresponde á imaxe virtual, que non se ve na pantalla,



4. Medíronse no laboratorio os seguintes valores para as distancias obxecto e imaxe dunha lente converxente:

Determina o valor da potencia da lente. Estima a súa incerteza.

(A.B.A.U. ord. 18)

N.º exp,	1	2	3	4
s (cm)	33,9	39,0	41,9	49,3
s' (cm)	84,7	64,3	58,6	48,0

### Solución:

Substitúense os valores de s e s' na ecuación das lentes

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

Calcúlase o inverso da distancia focal (potencia) e o valor da distancia focal para cada par de datos.

s (cm)	s' (cm)	s (m)	s' (m)	1/s (m <sup>-1</sup> )	1/s' (m <sup>-1</sup> )	1/f (m <sup>-1</sup> )	f (m)
-33,9	84,7	-0,339	0,847	-2,95	1,18	4,13	0,242
-39,0	64,3	-0,390	0,643	-2,56	1,56	4,12	0,243
-41,9	58,6	-0,419	0,586	-2,39	1,71	4,09	0,244
-49,3	48,0	-0,493	0,480	-2,03	2,08	4,11	0,243

O valor medio da potencia é:  $P = 1/f = 4,11 \text{ m}^{-1} = 4,11$  dioptrías.

A estimación das incertezas límtase ao uso apropiado das cifras significativas.

$$P = (4,11 \pm 0,01) \text{ dioptrías.}$$

5. Medíronse no laboratorio os seguintes valores para as distancias obxecto e imaxe dunha lente converxente:

Determina o valor da potencia da lente e estima a súa incerteza.

s (cm)	50	60	70	90
s' (cm)	200	125	95	70

(A.B.A.U. extr. 17)

### Solución:

Substitúense os valores de s e s' na ecuación das lentes

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

Calcúlase o inverso da distancia focal (potencia) e o valor da distancia focal para cada par de datos.

s (cm)	s' (cm)	s (m)	s' (m)	1/s (m <sup>-1</sup> )	1/s' (m <sup>-1</sup> )	1/f (m <sup>-1</sup> )	f (m)
-50	200	-0,50	2,00	-2,00	0,50	2,50	0,40
-60	125	-0,60	1,25	-1,67	0,80	2,47	0,41
-70	95	-0,70	0,95	-1,43	1,05	2,48	0,40
-90	70	-0,90	0,70	-1,11	1,43	2,54	0,39

Calcúlase o valor medio da potencia:

$$\bar{P} = (2,50 + 2,47 + 2,48 + 2,54) / 4 = 2,497 \text{ m}^{-1} = 2,50 \text{ dioptrías.}$$

Como os datos só teñen 2 cifras significativas estímase a incerteza para que o resultado teña o mesmo número de cifras significativas.

A potencia da lente sería:

$$\bar{P} = (2,5 \pm 0,1) \text{ dioptrías.}$$

6. Dispónse dunha lente converxente e quérese obter a imaxe dun obxecto. Debuxa a marcha dos raios para determinar onde debe colocarse o obxecto para que a imaxe sexa:

- Menor, real e invertida.
- Maior, real e invertida.

(A.B.A.U. ord. 17)

### Solución:

Debúxase un esquema de lente converxente (unha liña vertical rematada por dúas puntas de frechas) e sitúase o foco  $F'$  á dereita da lente.

Debúxase, á súa esquerda, unha frecha vertical cara arriba, que representa ao obxecto  $O$ .

Desde o punto superior do obxecto débúxanse dous raios:

- Un, cara ao centro da lente. Atravésaa sen desviarse.
- Outro, horizontal cara á lente, que a atravesa e se refracta.

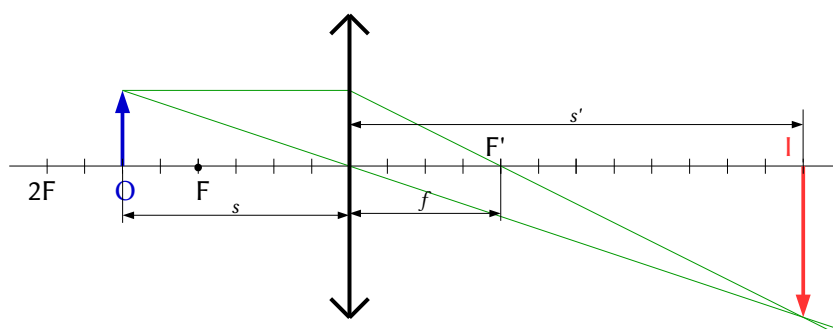
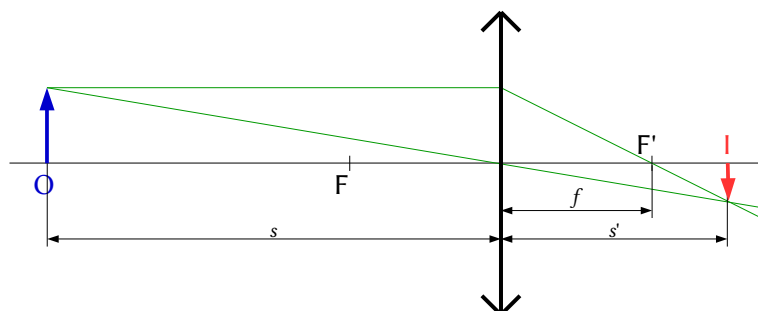
Debúxase de forma que o raio refractado pase polo foco da dereita  $F'$ .

O punto de corte é o correspondente á punta da imaxe  $I$ . Debúxase unha frecha vertical nese punto.

a) Menor, real e invertida.

O obxecto debe atoparse a unha distancia da lente superior ao dobre da distancia focal.

$$|s| > 2f$$



b) Maior, real e invertida.

O obxecto debe atoparse a unha distancia da lente comprendida entre a distancia focal e o dobre da distancia focal.

$$2f > |s| > f$$

Actualizado: 21/02/24

### ACLARACIÓNS

Os datos dos enunciados dos problemas non adoitan ter un número adecuado de cifras significativas, ben porque o redactor pensa que a Física é unha rama das Matemáticas e os números enteiros son números «exactos» (p. ex. a velocidade da luz:  $3 \cdot 10^8$  m/s cre que é 300 000 000,000000 000 000 000... m/s) ou porque aínda non se decatou de que se pode usar calculadora no exame e parécelle máis sinxelo usar  $3 \cdot 10^8$  que 299 792 458 m/s).

Por iso supuxen que os datos teñen un número de cifras significativas razoables, case sempre tres ci-

fras significativas. Menos cifras darían resultados, en certos casos, cunha incerteza desmedida. Así que cando tomo un dato como  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s e reescriboo como:

***Cifras significativas: 3***

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

O que quero indicar é que supoño que o dato orixinal ten tres cifras significativas (non que as teña en realidade) para poder realizar os cálculos cunha incerteza máis pequena que a que tería nese caso.

( $3 \cdot 10^8$  m/s ten unha soa cifra significativa, e unha incerteza relativa do 30 %. Como as incertezas adóitanse acumular ao longo do cálculo, a incerteza final sería inadmisibile. Entón, para que realizar os cálculos? Cunha estimación sería suficiente).

Cuestións e problemas das [Probas de avaliación de Bacharelato para o acceso á Universidade](#) (A.B.A.U. e P.A.U.) en Galiza.

[Respostas](#) e composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algúns cálculos fixéronse cunha [folla de cálculo](#) de [LibreOffice](#) do mesmo autor.

Algunhas ecuacións e as fórmulas orgánicas construíronse coa extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

A tradución ao/desde o galego realizouse coa axuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Procurouse seguir as [recomendacións](#) do Centro Español de Metrología (CEM).

Consultouse ao Copilot de Microsoft Edge e tivéronse en conta algunhas das súas respostas nas cuestións.

## Sumario

### ÓPTICA XEOMÉTRICA

PROBLEMAS.....	1
<i>Espellos</i> .....	1
<i>Lentes</i> .....	2
CUESTIÓNS.....	5
<i>Lentes</i> .....	5
LABORATORIO.....	8

### Índice de probas A.B.A.U.

2017.....	
1. (ord.).....	7, 11
2. (extr.).....	10
2018.....	
1. (ord.).....	10
2. (extr.).....	1
2019.....	
1. (ord.).....	7
2. (extr.).....	7, 9
2020.....	
1. (ord.).....	6
2. (extr.).....	6
2021.....	
1. (ord.).....	9
2. (extr.).....	4
2022.....	
1. (ord.).....	5
2. (extr.).....	5, 8
2023.....	
1. (ord.).....	3
2. (extr.).....	2