

## Óptica geométrica

[Método y recomendaciones](#)

### ◊ PROBLEMAS

#### ● Espejos

- Un espejo tiene 1,5 de aumento lateral cuando la cara de una persona está a 20 cm de ese espejo.
  - Razona si ese espejo es plano, cóncavo o convexo.
  - Dibuja el diagrama de rayos.
  - Calcula la distancia focal del espejo.

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

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

#### Datos (convenio de signos DIN)

Posición del objeto

Aumento lateral

#### Incógnitas

Distancia focal del espejo

#### Ecuaciones

Relación entre la posición de la imagen y la del objeto en los espejos

Aumento lateral en los espejos

Relación entre la distancia focal y el 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 si el espejo es plano, cóncavo o convexo, se calcula la distancia focal.

Se usa la ecuación del aumento lateral para establecer la relación entre la distancia objeto  $s$  y la distancia imagen  $s'$ :

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

Por el convenio de signos, los puntos situados a la izquierda del espejo tienen signo negativo.

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

Se sustituyen los datos en la ecuación de los espejos:

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

Se calcula la distancia focal despejando:

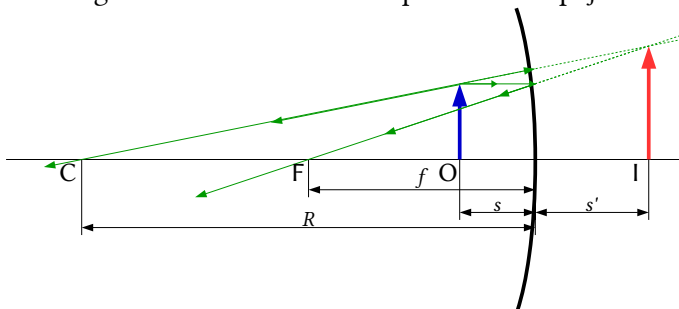
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{0,30 \text{ [m]}} + \frac{1}{-0,20 \text{ [m]}} = 3,3 \text{ [m]}^{-1} - 5,0 \text{ [m]}^{-1} = -1,7 \text{ [m]}^{-1} \Rightarrow f = -0,60 \text{ m}$$

a) El espejo es cóncavo, puesto que la distancia focal es negativa. El foco está a la izquierda del espejo.

b)

Se dibuja un esquema de espejo cóncavo (un arco de circunferencia vertical cóncavo hacia la izquierda), y se sitúa el foco  $F$  a la izquierda del espejo, a la mitad de la distancia entre el espejo y su centro  $C$ .

Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto  $O$ .



Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

- Uno, horizontal hacia el espejo, que se refleja de manera que el rayo reflejado pasa por el foco F.
- Otro, hacia el espejo, que se refleja sin desviarse pasando por el centro C de curvatura del espejo.

Como los rayos no se cortan, se prolongan al otro lado del espejo hasta que sus prolongaciones se corten.

El punto de corte es el correspondiente a la punta de la imagen I. Se dibuja una flecha vertical en ese punto.

## ● Lentes

- Una coleccionista de monedas utiliza una lupa de distancia focal 5 cm para examinarlas de cerca.
  - Calcula la distancia a la que tiene situar las monedas respecto de la lupa si quiere observarlas con un tamaño diez veces mayor.
  - Representa aproximadamente el correspondiente diagrama de rayos e indica las posiciones y las características del objeto y de la imagen.

(A.B.A.U. ord. 24)

**Rta.:** a)  $s = -4,5$  cm.

### Datos (convenio de signos DIN)

Aumento lateral

Distancia focal de la lente

### Incógnitas

Posición del objeto

### Otros símbolos

Tamaño de la imagen

### Ecuaciones

Relación entre la posición de la imagen y la del objeto en las lentes

Aumento lateral en las lentes

### Cifras significativas: 2

$$A_L = 10$$

$$f = 5,0 \text{ cm} = 0,050 \text{ m}$$

$s$

$y'$

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

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

### Solución:

Como la lente es convergente, la distancia focal es positiva:  $f = 0,050$

Como la imagen es virtual, el aumento lateral es positivo.

Se calcula la relación entre la distancia objeto y la distancia imagen con la ecuación del aumento lateral.

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = 10 \Rightarrow s' = 10 s$$

Se sustituyen los datos en la ecuación de las lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{10s} - \frac{1}{s} = \frac{1}{0,050 \text{ [m]}}$$

Se calcula la distancia del objeto, despejando:

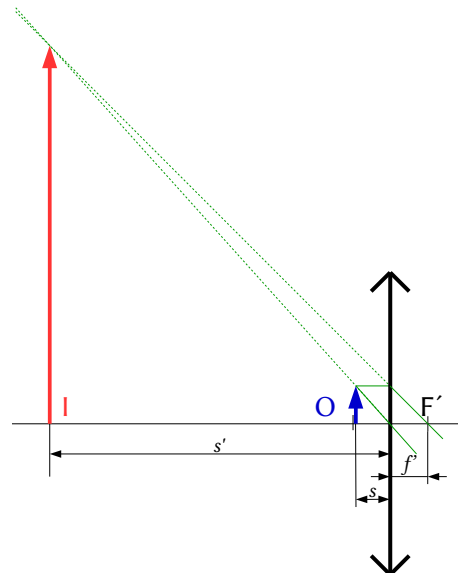
$$\begin{aligned} \frac{1}{10s} - \frac{1}{s} &= \frac{1}{10s} - \frac{10}{10s} = \frac{-9}{10s} = \frac{1}{0,050 \text{ [m]}} \\ s &= \frac{-9 \cdot 0,050 \text{ [m]}}{10} = -0,045 \text{ m} = -4,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Se dibuja un esquema de lente convergente (una línea vertical rematada por dos puntas de flechas) y se sitúa el foco  $F'$  a la derecha de la lente.

Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto O.

Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

- Uno, hacia el centro de la lente. La atraviesa sin desviarse.
- Otro, horizontal hacia la lente, que la atraviesa y se refracta. Se dibuja de forma que el rayo refractado pase por el foco de la derecha  $F'$ .



El punto de corte es el correspondiente a la punta de la imagen **I**. Se dibuja una flecha vertical en ese punto.

*Análisis: El resultado del cálculo está en consonancia con el dibujo.*

2. Un objeto de 4 cm de altura está situado 20 cm delante de una lente delgada divergente de distancia focal 12 cm.

- Determina la posición y el tamaño de la imagen.
- Dibuja un esquema (marcha de rayos) con la posición del objeto, la lente y la imagen.

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

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

**Datos (convenio de signos DIN)**

Altura del objeto

Posición del objeto

Distancia focal de la lente

**Incógnitas**

Posición de la imagen

Altura de la imagen

**Ecuaciones**

Relación entre la posición de la imagen y la del objeto en las lentes

Aumento lateral en las lentes

**Cifras significativas: 2**

$y = 4,0$  cm = 0,040 m

$s = -20$  cm = -0,20 m

$f = -12$  cm = -0,12 m

$s'$

$y'$

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

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

**Solución:**

a) Por el convenio de signos, los puntos situados a la izquierda de la lente tienen signo negativo.

Para una lente divergente,  $f = -0,12$  m.

Se sustituyen los datos en la ecuación de las lentes:

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

Se calcula la posición de la imagen despejando:

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

La imagen se forma a 7,5 cm a la izquierda de la lente.

Se sustituyen los datos en la ecuación del aumento lateral en las lentes, y se calcula la altura de la imagen despejando:

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

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

La imagen es virtual ( $s' < 0$ ), derecha ( $A_L > 0$ ) y menor ( $|A_L| < 1$ ).

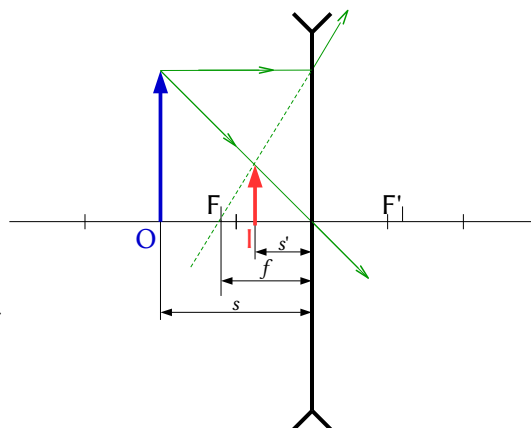
b)

Se dibuja un esquema de lente divergente (una línea vertical rematada por dos «ángulos» o puntas de flechas invertidas), y se sitúa el foco  $F$  a la izquierda de la lente.

Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto **O**.

Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

- Uno, hacia el centro de la lente. La atraviesa sin desviarse.
- Otro, horizontal hacia la lente, que la atraviesa y se refracta.



Se dibuja de forma que su prolongación pase por el foco de la izquierda F, un punto simétrico al foco F'.

Los rayos no se cortan. Se corta el rayo dirigido al centro de la lente con la prolongación del rayo refractado.

El punto de corte es el correspondiente a la punta de la imagen I. Se dibuja una flecha vertical en ese punto.

*Análisis: Los resultados de los cálculos numéricos están en consonancia con el dibujo.*

3. Situamos un objeto de 2 cm de altura a 15 cm de una lente de +5 dioptrías.

a) Dibuja un esquema (marcha de rayos) con la posición del objeto, la lente y la imagen, e indica el tipo de lente.

b) Calcula la posición y el aumento de la imagen.

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

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

### Datos (convenio de signos DIN)

Tamaño del objeto

Posición del objeto

Potencia de la lente

### Incógnitas

Posición de la imagen

Aumento de la imagen

### Ecuaciones

Relación entre la posición de la imagen y la del objeto en las lentes

Aumento lateral en las lentes

Potencia de una lente

### Cifras significativas: 2

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

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

$$P = +5,0 \text{ dioptrías}$$

$$s'$$

$$A_L$$

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

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

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

### Solución:

a) Como la potencia de una lente es el inverso de su 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 la potencia es positiva, por el convenio de signos, el foco se encuentra a la derecha de la lente, por lo que la lente es convergente.

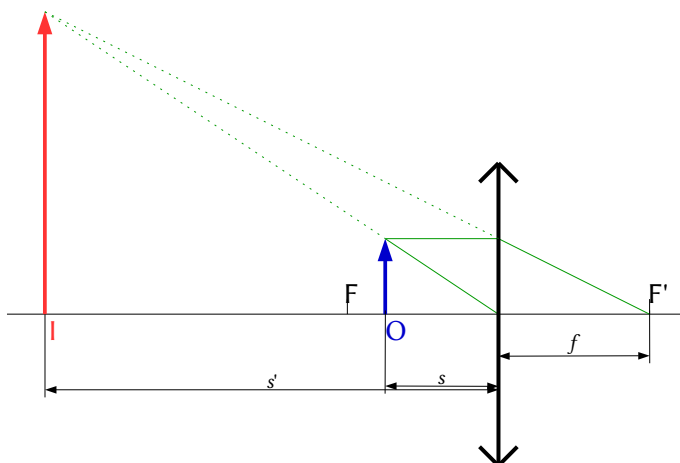
Se dibuja un esquema de lente convergente (una línea vertical rematada por dos puntas de flechas) y se sitúa el foco F' a la derecha de la lente. Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto O.

Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

- Uno, hacia el centro de la lente. La atraviesa sin desviarse.
- Otro, horizontal hacia la lente, que la atraviesa y se refracta.

Se dibuja de forma que el rayo refractado pase por el foco de la derecha F'.

El punto de corte es el correspondiente a la punta de la imagen I. Se dibuja una flecha vertical en ese punto.



b) Por el convenio de signos, los puntos situados a la izquierda de la lente tienen signo negativo.

Se sustituyen los datos en la ecuación de las lentes:

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

Se calcula la posición de la imagen despejando:

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

La imagen se forma a 60 cm a la izquierda de la lente.

Se sustituyen los datos en la ecuación del aumento lateral en las lentes:

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-0,60 \text{ [m]}}{-0,15 \text{ [m]}} = 4,0$$

La imagen es virtual ( $s' < 0$ ), derecha ( $A_L > 0$ ) y mayor ( $|A_L| > 1$ ).

*Análisis: Los resultados de los cálculos numéricos están en consonancia con el dibujo.*

4. Un objeto de 4,0 cm de altura está situado a 20,0 cm de una lente divergente de 20,0 cm de distancia focal.
- Calcula la potencia de la lente y la altura de la imagen.
  - Realiza el diagrama de rayos e indica las características de la imagen

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

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

**Datos (convenio de signos DIN)**

Altura del objeto

Posición del objeto

Distancia focal de la lente

**Incógnitas**

Potencia de la lente

Altura de la imagen

**Ecuaciones**

Relación entre la posición de la imagen y la del objeto en las lentes

Aumento lateral en las lentes

Potencia de una 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) La potencia de la lente es la inversa de la distancia focal. Como la lente es divergente, esta es negativa:

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

Por el convenio de signos, los puntos situados a la izquierda de la lente tienen signo negativo.

Para una lente divergente,  $f = -0,20 \text{ m}$ .

Se sustituyen los datos en la ecuación de los espejos:

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

Se calcula la posición de la imagen despejando:

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

La imagen se forma a 10 cm a la izquierda de la lente.

Se sustituyen los datos en la ecuación del aumento lateral en los espejos, y se calcula la altura de la imagen despejando:

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

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

La imagen es virtual ( $s' < 0$ ), derecha ( $A_L > 0$ ) y menor ( $|A_L| < 1$ ).

b)

Se dibuja un esquema de lente divergente (una línea vertical rematada por dos «ángulos» o puntas de flechas invertidas), y se sitúa el foco  $F$  a la izquierda de la lente.

Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto  $O$ .

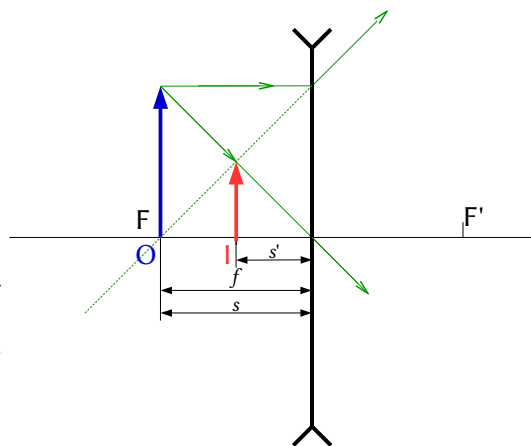
Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

- Uno, hacia el centro de la lente. La atraviesa sin desviarse.
- Otro, horizontal hacia la lente, que la atraviesa y se refracta.

Se dibuja de forma que su prolongación pase por el foco de la izquierda  $F$ , un punto simétrico al foco  $F'$ .

Los rayos no se cortan. Se corta el rayo dirigido al centro de la lente con la prolongación del rayo refractado.

El punto de corte es el correspondiente a la punta de la imagen  $I$ . Se dibuja una flecha vertical en ese punto.



*Análisis: Los resultados de los cálculos numéricos están en consonancia con el dibujo.*

## ◆ CUESTIONES

### ● Lentes.

1. ¿A qué distancia de una lente delgada convergente de focal 10 cm se debe situar un objeto para que su imagen real se forme a la misma distancia de la lente?:

- A) 5 cm
- B) 20 cm
- C) 10 cm.

(A.B.A.U. extr. 24)

**Solución:** B

La ecuación de las lentes es:

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

Si la imagen real se forma a la misma distancia de la lente:

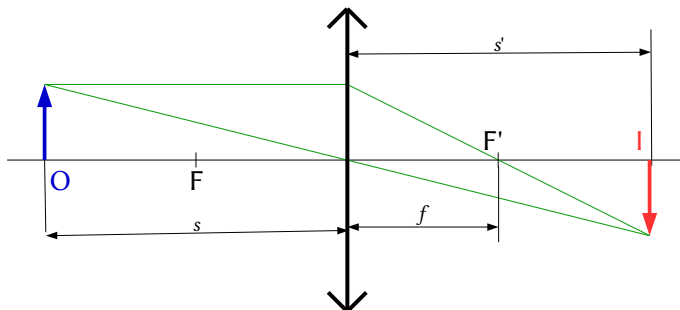
$$s = -s'$$

Sustituyendo y despejando la distancia de la imagen a la lente:

$$\frac{1}{-s} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow -\frac{2}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow s = -2f$$

Para que su imagen real se forme a la misma distancia de la lente, el objeto debe colocarse a una distancia de la lente igual al doble de la distancia focal.

$$|s| = 2 \cdot f = 2 \cdot 10 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$



2. Un rayo de luz incide desde un medio transparente sobre una lente semicircular por su eje. Si al entrar en la lente el rayo se aleja de la normal:
- Es imposible.
  - La lente está mal construida.
  - El medio que rodea la lente tiene mayor índice de refracción que esta.

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

**Solución:** A

El rayo de luz que incide en una lente por su eje la atraviesa sin desviarse.

3. La imagen que se obtiene al situar un objeto delante de una lente divergente a una distancia igual al doble de la distancia focal es:
- Virtual, derecha, igual.
  - Real, derecha, menor.
  - Virtual, derecha, menor.

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

**Solución:** C

Se dibuja un esquema de lente divergente (una línea vertical rematada por dos «ángulos» o puntas de flechas invertidas), y se sitúa el foco  $F$  a la izquierda de la lente.

Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto  $O$ .

Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

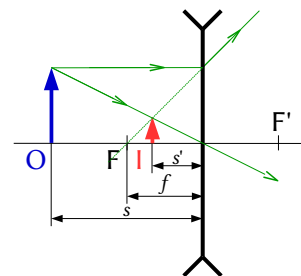
- Uno, hacia el centro de la lente. La atraviesa sin desviarse.
- Otro, horizontal hacia la lente, que la atraviesa y se refracta.

Se dibuja de forma que su prolongación pase por el foco de la izquierda  $F$ , un punto simétrico al foco  $F'$ .

Los rayos no se cortan. Se corta el rayo dirigido al centro de la lente con la prolongación del rayo refractado.

El punto de corte es el correspondiente a la punta de la imagen  $I$ . Se dibuja una flecha vertical en ese punto.

*Análisis: La imagen es virtual, ya que se forma a la izquierda de la lente que es la zona donde se forman las imágenes virtuales en las lentes. Es derecha y más pequeña que el objeto.*



4. Para obtener una imagen virtual y derecha con una lente delgada convergente, de distancia focal  $f$ , el objeto debe estar a una distancia de la lente:

- Menor que  $f$ .
- Mayor que  $f$  y menor que  $2f$ .
- Mayor que  $2f$ .

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

**Solución:** A

Se dibuja un esquema de lente convergente (una línea vertical rematada por dos puntas de flechas) y se sitúa el foco  $F'$  a la derecha de la lente.

Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto  $O$ .

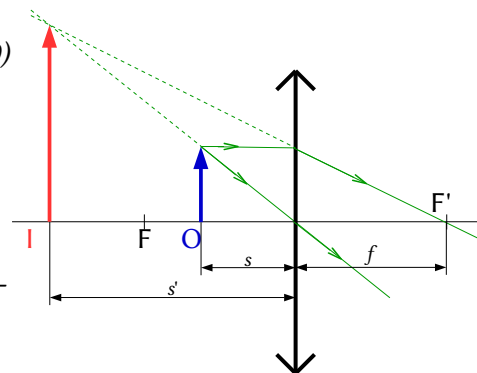
Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

- Uno, hacia el centro de la lente. La atraviesa sin desviarse.
- Otro, horizontal hacia la lente, que la atraviesa y se refracta.

Se dibuja de forma que el rayo refractado pase por el foco de la derecha  $F'$ .

El punto de corte es el correspondiente a la punta de la imagen  $I$ . Se dibuja una flecha vertical en ese punto.

El diagrama muestra la formación de la imagen cuando el objeto se encuentra dentro de la distancia focal.



La ecuación de las lentes es:

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

Despejando la distancia da imagen a la lente:

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

El criterio de signos dice que hay que poner el objeto a la izquierda de la lente, y la posición es negativa:

$$s < 0$$

En las lentes delgadas convergentes a distancia focal es positiva:  $f' > 0$ ,

Para que la imagen sea virtual tiene que formarse a la izquierda de la lente:  $s' < 0$ .

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

Como  $s < 0$  y  $f' > 0$ , para que  $s + f'$  sea positiva  $|s| < f'$ . El objeto tendrá que encontrarse dentro de la distancia focal.

5. Se sitúa un objeto a una distancia de 20 cm a la izquierda de una lente delgada convergente de distancia focal 10 cm. La imagen que se forma es:

- A) De mayor tamaño, real, derecha.
- B) De igual tamaño, virtual, invertida.
- C) De igual tamaño, real, invertida.

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

**Solución:** C

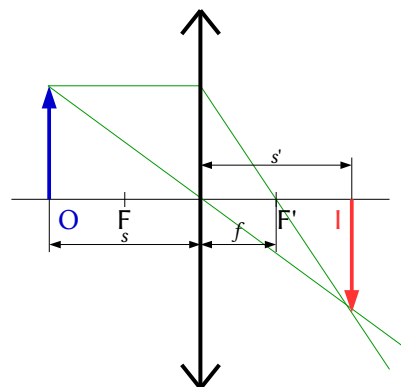
Se dibuja un esquema de lente convergente (una línea vertical rematada por dos puntas de flechas) y se sitúa el foco  $F'$  a la derecha de la lente. Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto **O**.

Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

- Uno, hacia el centro de la lente. La atraviesa sin desviarse.
- Otro, horizontal hacia la lente, que la atraviesa y se refracta. Se dibuja de forma que el rayo refractado pase por el foco de la derecha  $F'$ .

El punto de corte es el correspondiente a la punta de la imagen **I**. Se dibuja una flecha vertical en ese punto.

*Análisis:* La imagen es real, ya que se forma a la derecha de la lente que es la zona donde se forman las imágenes reales en las lentes. Es invertida y de igual tamaño que el objeto.



6. La distancia focal de un sistema formado por una lente convergente de 2 dioptrías y otra divergente de 4,5 dioptrías es:

- A) 2,5 m.
- B) -0,65 m.
- C) -0,4 m.

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

**Solución:** C

Como no dan la distancia entre las lentes, supongo que están unidas. En cuyo caso:

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

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



7. Para aumentar la potencia de una lente biconvexa simétrica situada en el aire deberíamos:
- Aumentar los radios de curvatura y disminuir el índice de refracción del material de la lente.
  - Disminuir los radios de curvatura y aumentar el índice de refracción del material de la lente.
  - Aumentar los radios de curvatura sin variar el índice de refracción del material de la lente.

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

**Solución:** B

La fórmula del constructor de lentes es:

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

$f$  es la distancia focal de la lente,  $n$  es el índice de refracción del material de la lente y  $R_1$  y  $R_2$  son los radios de curvatura de las caras anterior y posterior de la lente.

La potencia de una lente es la inversa de la distancia focal.

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

Para aumentar la potencia, o sea, disminuir la distancia focal, habrá que emplear un material con mayor índice de refracción y disminuir los radio para aumentar la curvatura de las caras de la lente.

8. Se dispone de una lente convergente y se quiere obtener la imagen de un objeto. Dibuja la marcha de los rayos para determinar dónde debe colocarse el objeto para que la imagen sea:
- Menor, real e invertida.
  - Mayor, real e invertida.

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

**Solución:**

Se dibuja un esquema de lente convergente (una línea vertical rematada por dos puntas de flechas) y se sitúa el foco  $F'$  a la derecha de la lente.

Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto  $O$ .

Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

- Uno, hacia el centro de la lente. La atraviesa sin desviarse.
- Otro, horizontal hacia la lente, que la atraviesa y se refracta.

Se dibuja de forma que el rayo refractado pase por el foco de la derecha  $F'$ .

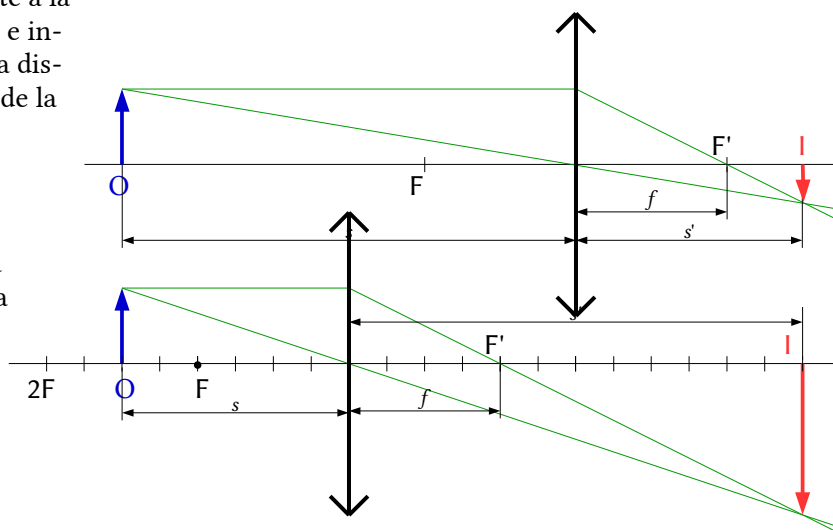
El punto de corte es el correspondiente a la

a) Para que la imagen sea menor, real e invertida, el objeto debe colocarse a una distancia de la lente mayor que el doble de la distancia focal.

$$|s| > 2f$$

b) Para que la imagen sea mayor, real e invertida, el objeto debe colocarse a una distancia de la lente comprendida entre la distancia focal y el doble de la distancia focal.

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



## ♦ LABORATORIO

1. Con los datos de las distancias objeto,  $s$ , e imagen,  $s'$ , de una lente convergente representados en la tabla adjunta:
- Representa gráficamente  $1/s'$  frente a  $1/s$ .
  - Determina el valor de la potencia de la 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) Se sustituyen los valores de  $s$  y  $s'$  en la ecuación de las lentes

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

Se calcula el inverso de la distancia focal (potencia) y el valor de la distancia focal para cada par de datos.

N.º. exp.	$s$ (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)
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

Si se tuviese una hoja de cálculo se podría representar una gráfica como la siguiente:

Comparando con la ecuación de una recta, la ecuación de las lentes quedaría:

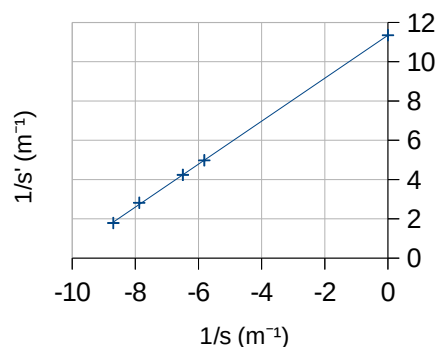
$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f}$$

En ella  $1/f$  sería la ordenada en el origen:

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

Pero es más fácil calcular la potencia como valor medio:

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



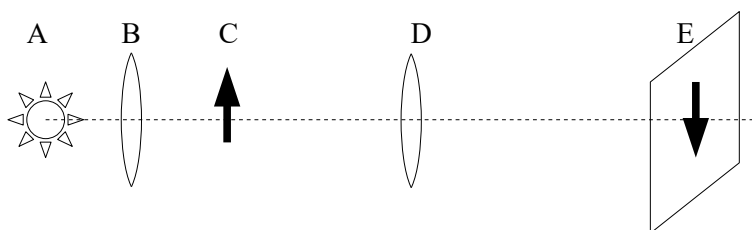
2. Se midieron en el laboratorio los siguientes valores para las distancias objeto-imagen de una lente convergente: a) Calcula el valor de la potencia de la lente. b) Explica el montaje experimental utilizado.

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

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

### Solución:

- b) El montaje es el de la figura.



A es la fuente luminosa, B una lente convergente que se sitúa de forma que la fuente luminosa esté en el foco, para que los rayos salgan paralelos. C es el objeto, D la lente convergente de la que queremos hallar la distancia focal y E la imagen del objeto.

Se va variando la posición de la lente D y moviendo la pantalla E hasta obtener una imagen enfocada.

a) Se sustituyen los valores de  $s$  y  $s'$  en la ecuación de las lentes

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

Se calcula el inverso de la distancia focal (potencia) y el valor de la 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 tener una hoja de cálculo se podría representar una gráfica como la siguiente:

Comparando con la ecuación de una recta, la ecuación de las lentes quedaría:

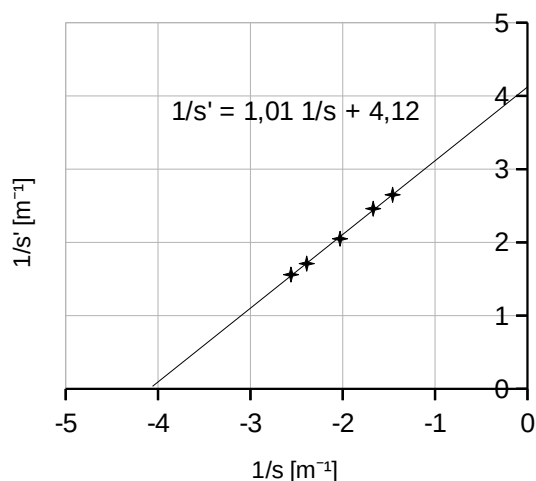
$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f}$$

En ella  $1/f$  sería la ordenada en el origen:

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

Pero es más fácil calcular la potencia como valor medio:

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



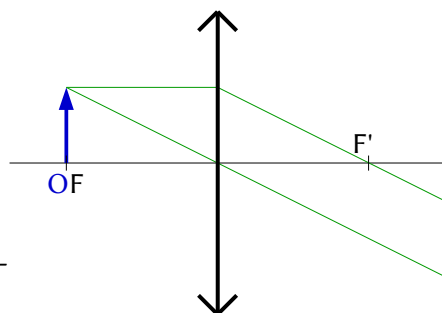
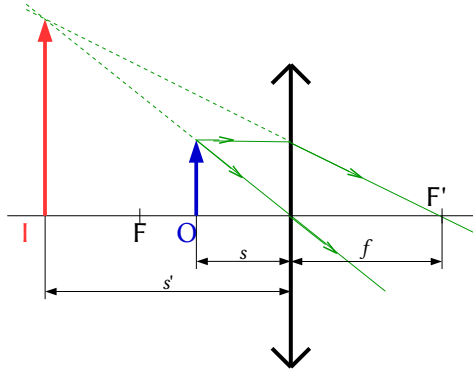
3. En la práctica de óptica geométrica trabajas con lentes convergentes y obtienes imágenes en una pantalla variando la distancia entre el objeto y la lente. Justifica con diagramas de rayos los casos en los que no obtienes imágenes en la pantalla.

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

### Solución:

Si colocamos el objeto a una distancia igual a la distancia focal no se forma imagen porque los rayos salen paralelos después de atravesar la lente.

Si colocamos el objeto a una distancia menor que la distancia focal no se forma imagen en la pantalla porque los rayos no se cortan después de atravesar la lente. Prolongando los rayos obtenemos un punto de corte que corresponde a la imagen virtual, que no se ve en la pantalla,



4. Se midieron en el laboratorio los siguientes valores para las distancias objeto e imagen de una lente convergente:  
Determina el valor de la potencia de la lente. Estima su incertidumbre.

(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:**

Se sustituyen los valores de  $s$  y  $s'$  en la ecuación de las lentes

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

Se calcula el inverso de la distancia focal (potencia) y el valor de la distancia focal para cada par de datos.

$s$ (cm)	$s'$ (cm)		$s$ (m)	$s'$ (m)		$1/s$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$1/s'$ ( $\text{m}^{-1}$ )		$1/f$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$f$ (m)
-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

El valor medio de la potencia es:  $P = 1/f = 4,11 \text{ m}^{-1} = 4,11$  dioptrías.

La estimación de las incertidumbres se limita al uso apropiado de las cifras significativas.

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

5. Se midieron en el laboratorio los siguientes valores para las distancias objeto e imagen de una lente convergente:  
Determina el valor de la potencia de la lente y estima su incertidumbre.

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

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

**Solución:**

Se sustituyen los valores de  $s$  y  $s'$  en la ecuación de las lentes

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

Se calcula el inverso de la distancia focal (potencia) y el valor de la distancia focal para cada par de datos.

$s$ (cm)	$s'$ (cm)		$s$ (m)	$s'$ (m)		$1/s$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$1/s'$ ( $\text{m}^{-1}$ )		$1/f$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$f$ (m)
-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

Se calcula el valor medio de la potencia:

$$\bar{P} = (2,50 + 2,47 + 2,48 + 2,54) / 4 = 2,49 \text{ m}^{-1} = 2,50 \text{ dioptrías.}$$

Como los datos solo tienen 2 cifras significativas se estima la incertidumbre para que el resultado tenga el mismo número de cifras significativas.

La potencia de la lente sería:

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

6. Se dispone de una lente convergente y se quiere obtener la imagen de un objeto. Dibuja la marcha de los rayos para determinar dónde debe colocarse el objeto para que la imagen sea:
- Menor, real e invertida.
  - Mayor, real e invertida.

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

**Solución:**

Se dibuja un esquema de lente convergente (una línea vertical rematada por dos puntas de flechas) y se sitúa el foco  $F'$  a la derecha de la lente.

Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto  $O$ .

Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

- Uno, hacia el centro de la lente. La atraviesa sin desviarse.
- Otro, horizontal hacia la lente, que la atraviesa y se refracta.

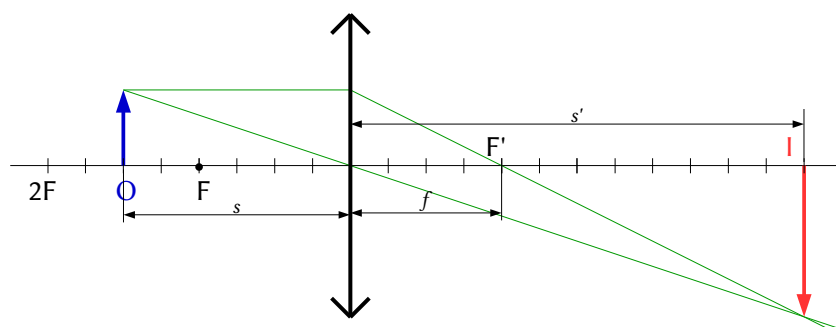
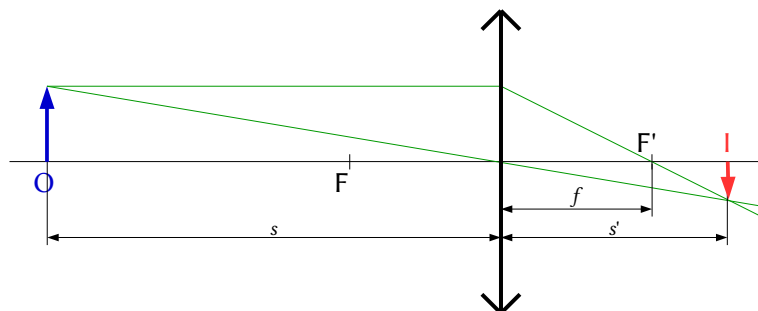
Se dibuja de forma que el rayo refractado pase por el foco de la derecha  $F'$ .

El punto de corte es el correspondiente a la punta de la imagen  $I$ . Se dibuja una flecha vertical en ese punto.

a) Menor, real e invertida.

El objeto debe encontrarse a una distancia de la lente superior al doble de la distancia focal.

$$|s| > 2f$$



b) Mayor, real e invertida.

El objeto debe encontrarse a una distancia de la lente comprendida entre la distancia focal y el doble de la distancia focal.

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

Actualizado: 07/07/24

## ACLARACIONES

Los datos de los enunciados de los problemas no suelen tener un número adecuado de cifras significativas, bien porque el redactor piensa que la Física es una rama de las Matemáticas y los números enteros son números «exactos» (p. ej. la velocidad de la luz:  $3 \cdot 10^8$  m/s cree que es 300 000 000,000000 000 000 000... m/s) o porque aún no se ha enterado de que se puede usar calculadora en el examen y le parece más sencillo usar  $3 \cdot 10^8$  que 299 792 458 m/s).

Por eso he supuesto que los datos tienen un número de cifras significativas razonables, casi siempre tres cifras significativas. Menos cifras darían resultados, en ciertos casos, con una incertidumbre desmedida. Así que cuando tomo un dato como  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s y lo reescribo como:

**Cifras significativas: 3**

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

Lo que quiero indicar es que supongo que el dato original tiene tres cifras significativas (no que las tenga en realidad) para poder realizar los cálculos con una incertidumbre más pequeña que la que tendría en ese caso. ( $3 \cdot 10^8$  m/s tiene una sola cifra significativa, y una incertidumbre relativa del 30 %. Como las incertidumbres se suelen acumular a lo largo del cálculo, la incertidumbre final sería inadmisiblemente. Entonces, ¿para qué realizar los cálculos? Con una estimación sería suficiente).

Cuestiones y problemas de las [Pruebas de evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad](#) (A.B.A.U. y P.A.U.) en Galicia.

[Respuestas](#) y composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algunos cálculos se hicieron con una [hoja de cálculo](#) de [LibreOffice](#) del mismo autor.

Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de [traducindote](#), y del [traductor de la CIXUG](#).

Se procuró seguir las [recomendaciones](#) del Centro Español de Metrología (CEM).

Se consultó al Copilot de Microsoft Edge y se tuvieron en cuenta algunas de sus respuestas en las cuestiones.



## Sumario

### ÓPTICA GEOMÉTRICA

PROBLEMAS.....	1
<i>Espejos</i> .....	1
<i>Lentes</i> .....	2
CUESTIONES.....	6
<i>Lentes</i> .....	6
LABORATORIO.....	10

### Índice de pruebas A.B.A.U.

2017.....	
1. (ord.).....	9, 12
2. (extr.).....	12
2018.....	
1. (ord.).....	11
2. (extr.).....	1
2019.....	
1. (ord.).....	9
2. (extr.).....	8, 11
2020.....	
1. (ord.).....	8
2. (extr.).....	7
2021.....	
1. (ord.).....	10
2. (extr.).....	5
2022.....	
1. (ord.).....	7
2. (extr.).....	7, 10
2023.....	
1. (ord.).....	4
2. (extr.).....	3
2024.....	
1. (ord.).....	2
2. (extr.).....	6