

**Lente convergente 2: Imágenes reales en una lente convergente**  
**Solucionario**

Tabla 1

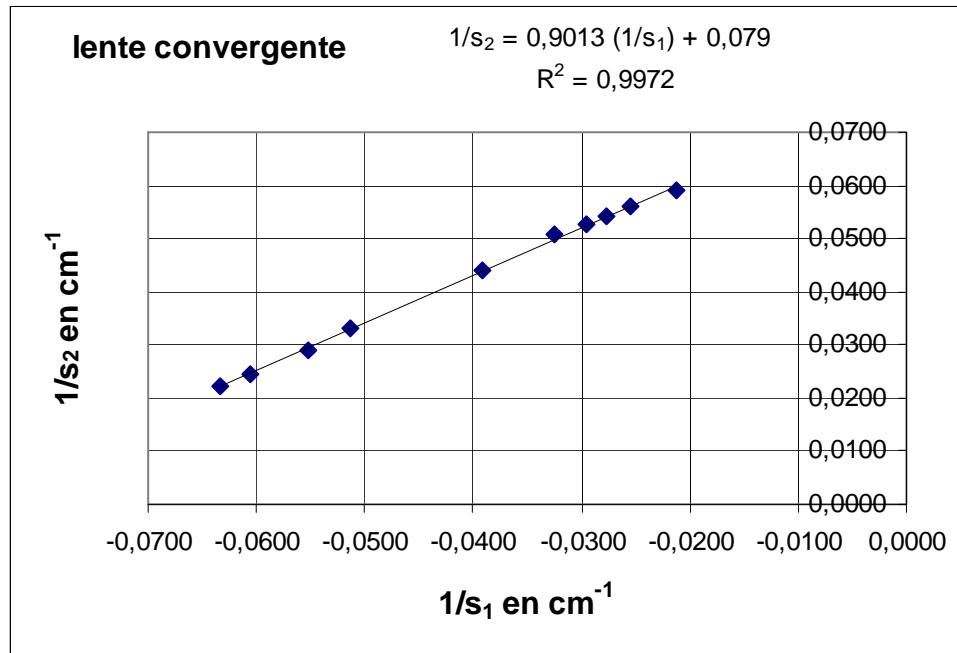
$s_1/cm$ en fotografía	<b>-5,7</b>	<b>-6,0</b>	<b>-6,55</b>	<b>-6,9</b>	<b>-11,3</b>	<b>-10,9</b>	<b>-11,7</b>	<b>-11,95</b>	<b>-12,6</b>	<b>-17,0</b>
$s_2/cm$ en fotografía	<b>16,2</b>	<b>14,8</b>	<b>-12,5</b>	<b>10,7</b>	<b>10,1</b>	<b>7,0</b>	<b>6,6</b>	<b>6,15</b>	<b>5,7</b>	<b>6,1</b>
Factor de escala, $f_E$ , 60centímetros reales/cm en fotografía	$\frac{60}{21,7}$	$\frac{60}{21,8}$	$\frac{60}{21,7}$	$\frac{60}{21,3}$	$\frac{60}{26,6}$	$\frac{60}{21,3}$	$\frac{60}{20,8}$	$\frac{60}{19,9}$	$\frac{60}{19,3}$	$\frac{60}{21,7}$
$s_1$ real/ cm	<b>-15,8</b>	<b>-16,5</b>	<b>-18,1</b>	<b>-19,4</b>	<b>-25,5</b>	<b>-30,7</b>	<b>-33,8</b>	<b>-36,0</b>	<b>-39,2</b>	<b>-47,0</b>
$s_2$ real / cm	<b>44,8</b>	<b>40,7</b>	<b>34,6</b>	<b>30,1</b>	<b>22,8</b>	<b>19,7</b>	<b>19,0</b>	<b>18,5</b>	<b>17,7</b>	<b>16,9</b>
$\frac{1}{s_1} / cm^{-1}$	<b>0,0633</b>	<b>0,0606</b>	<b>0,0552</b>	<b>0,0515</b>	<b>0,0392</b>	<b>0,0326</b>	<b>0,0296</b>	<b>0,0278</b>	<b>0,0255</b>	<b>0,0213</b>
$\frac{1}{s_2} / cm^{-1}$	<b>0,0223</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0289</b>	<b>0,0332</b>	<b>0,0439</b>	<b>0,0508</b>	<b>0,0526</b>	<b>0,0541</b>	<b>0,0565</b>	<b>0,0592</b>
$-s_2+s_1/cm$	<b>-60,6</b>	<b>-57,2</b>	<b>--52,7</b>	<b>-49,5</b>	<b>-48,3</b>	<b>-50,4</b>	<b>-52,8</b>	<b>-54,5</b>	<b>-56,9</b>	<b>-63,9</b>

Tabla 2

$s_1$ real/cm	<b>-15,8</b>	<b>-16,5</b>	<b>-18,1</b>	<b>-19,4</b>	<b>-25,5</b>	<b>-30,7</b>	<b>-33,8</b>	<b>-36,0</b>	<b>-39,2</b>	<b>-47,0</b>
$s_2$ real/cm	<b>44,8</b>	<b>40,7</b>	<b>34,6</b>	<b>30,1</b>	<b>22,8</b>	<b>19,7</b>	<b>19,0</b>	<b>18,5</b>	<b>17,7</b>	<b>16,9</b>
Factor de escala, $f_1$ cm real/cm en fotocopia	$\frac{10,0}{26,8}$	$\frac{10,0}{26,5}$	$\frac{10,0}{26,6}$	$\frac{10,0}{26,1}$	$\frac{10,0}{26,6}$	$\frac{10,0}{26,9}$	$\frac{10,0}{27,4}$	$\frac{10,0}{26,9}$	$\frac{10,0}{27,0}$	$\frac{10,0}{27,1}$
Tamaño en cm de la imagen en fotocopia	<b>16,1</b>	<b>14,6</b>	<b>11,3</b>	<b>9,1</b>	<b>5,4</b>	<b>4,0</b>	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>	<b>2,85</b>	<b>2,3</b>
Tamaño real de la imagen $y/cm$	<b>6,01</b>	<b>5,51</b>	<b>4,25</b>	<b>3,49</b>	<b>2,03</b>	<b>1,49</b>	<b>1,24</b>	<b>1,19</b>	<b>1,06</b>	<b>0,85</b>
$\frac{s_2}{s_1}$	<b>-2,84</b>	<b>-2,47</b>	<b>-1,91</b>	<b>-1,55</b>	<b>-0,89</b>	<b>-0,64</b>	<b>-0,56</b>	<b>-0,51</b>	<b>-0,45</b>	<b>-0,36</b>

## Gráficas

1.- Con los valores de la tabla 1, represente en el eje de ordenadas  $\frac{1}{s_2}$ , y en el de abscisas  $\frac{1}{s_1}$ . Determine la ordenada en el origen y a partir de ese valor la distancia focal imagen de la lente.

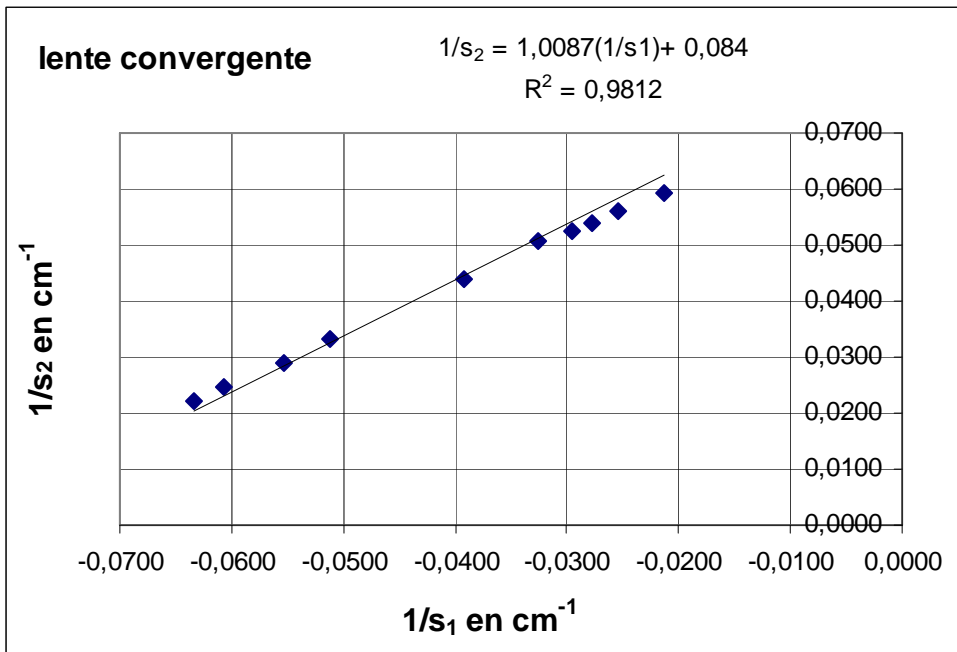


La ecuación de la lente es:

$$\frac{1}{s_2} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{f'} = 0,079 \Rightarrow f' = 12,7 \text{ cm}$$

2.- En el apartado anterior la pendiente de la recta debe ser uno, pero el ajuste que haya hecho automáticamente la hoja de cálculo dará un valor diferente. Vuelva a hacer la representación del apartado 1 con la hoja de cálculo y modifique el valor de la ordenada en el origen hasta que la pendiente de la recta sea uno. Determine ahora con el nuevo valor de la ordenada en el origen la distancia focal de la lente.

Halle el valor medio de los dos distancias focales con una incertidumbre que sumada al la media nos dé el número mayor y restado el menor.

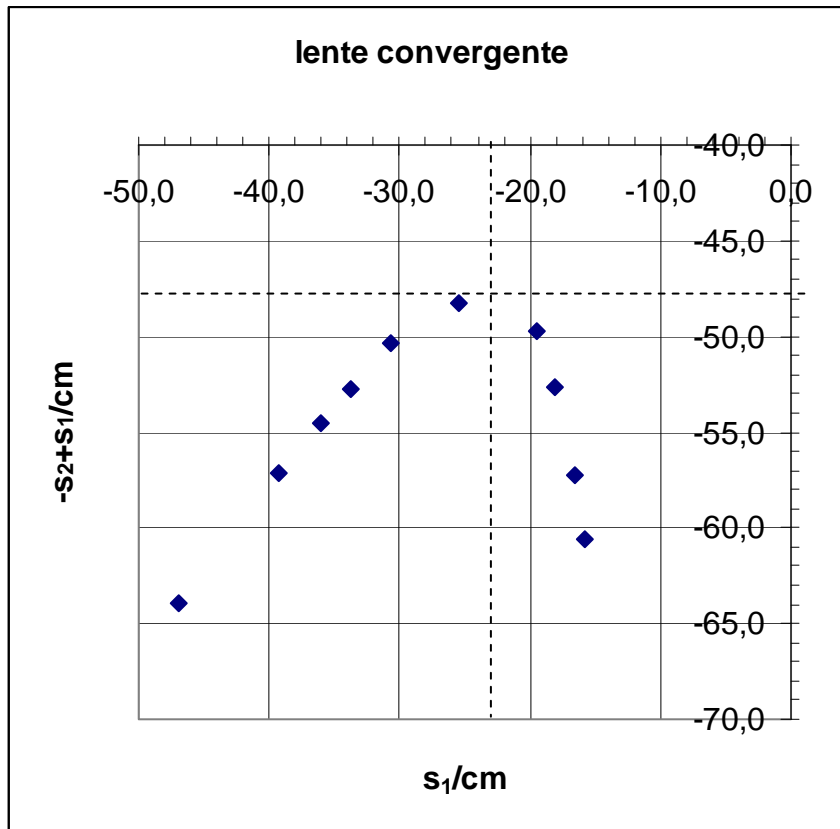


La ecuación de la lente es

$$\frac{1}{s_2} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{f'} = 0,084 \Rightarrow f' = 11,9 \text{ cm}$$

$$\frac{12,7 + 11,9}{2} = 12,3 \Rightarrow f' = 12,3 \pm 0,4$$

3) Represente en el eje Y ( $-s_2 + s_1$ ) frente a  $s_1$  en el eje X. Observe si la curva tiene un máximo y a partir de las coordenadas de ese máximo calcule la distancia focal de la lente, siguiendo el método explicado en el apartado fundamento.



De la gráfica se deduce aproximadamente:

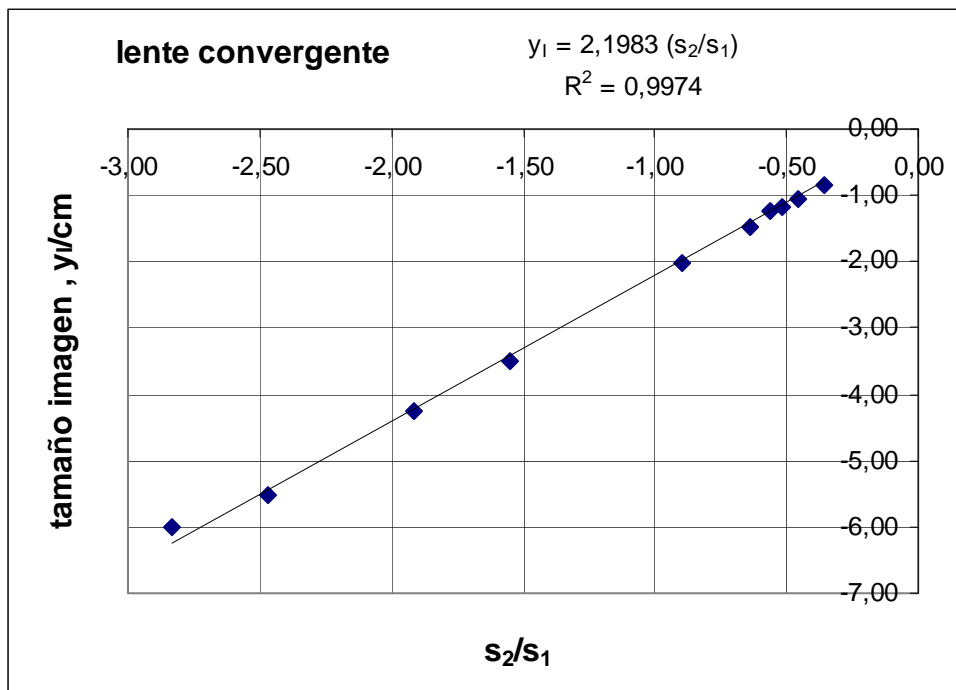
$$-2f' = -23 \text{ cm} \Rightarrow f' = 11,5 \text{ cm}$$

$$-4f' = -47,7 \text{ cm} \Rightarrow f' = 11,9 \text{ cm}$$

4) Con los datos de la tabla 2, represente  $y_I$  en el eje de ordenadas, frente a  $\frac{s_2}{s_1}$  en el eje de abscisas.

Determine la pendiente de la recta y calcule el tamaño del objeto.

Calcule en tantos por ciento el error respecto del tamaño medido directamente que es  $2,4 \text{ cm}$ .



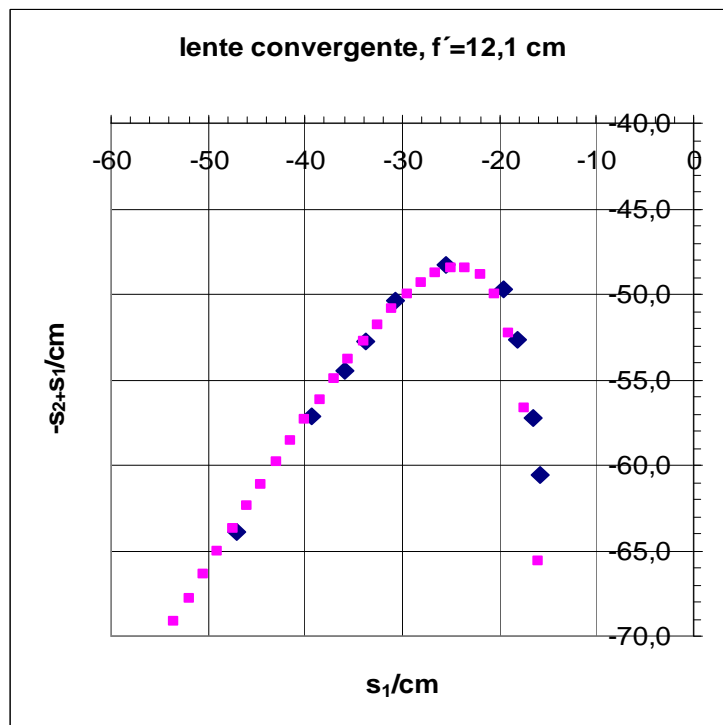
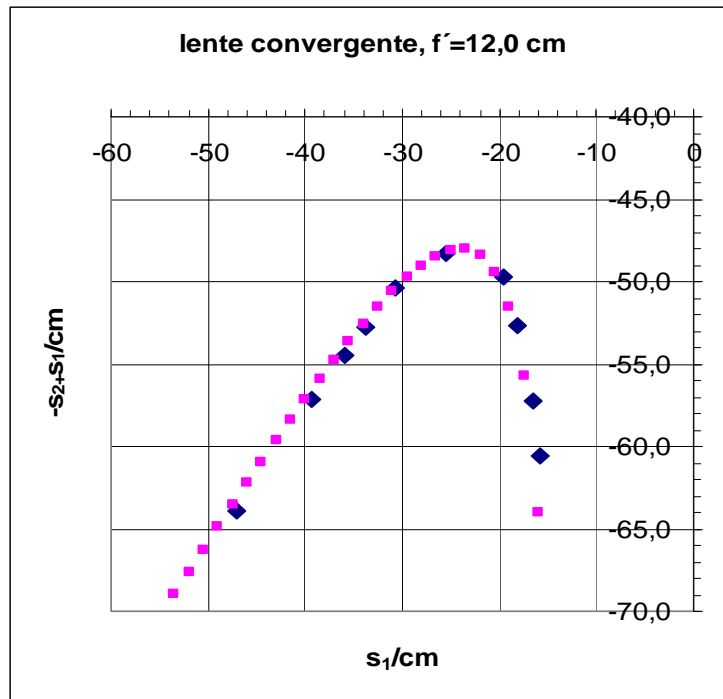
Tamaño del objeto  $2,2 \text{ cm}$

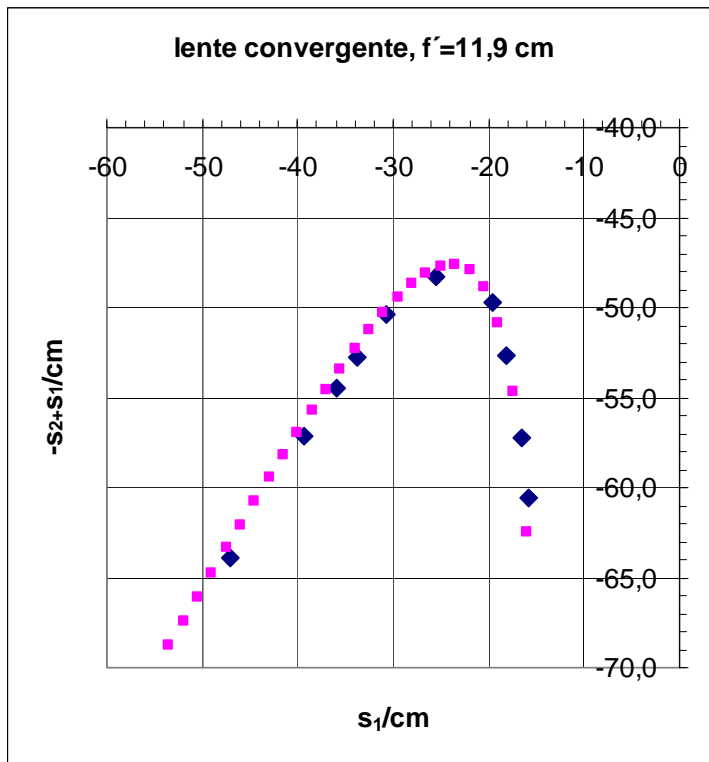
$$\frac{2,4 - 2,2}{2,4} \cdot 100\% = 8,3 \%$$

5) A partir del valor medio de la distancia focal encontrado anteriormente, utilice la ecuación (1) dando valores a  $s_1$ , luego calcule  $s_2$  con el valor medio de  $f'$ . Represente  $(-s_2 + s_1)$  en el eje Y frente a  $s_1$  en el eje X, obtendrá una curva que llamamos teórica. En la misma gráfica represente los valores experimentales de  $s_1$  y  $s_2$ . Si es necesario modifique el valor anterior de  $f'$  hasta que la curva teórica y los valores experimentales se ajusten lo mejor posible. Determine el nuevo valor de la distancia focal de la lente.

Valor medio de todos los valores anteriores

$$\frac{12,7 + 11,9 + 11,5 + 11,9}{4} = 12,0 \text{ cm}$$





La que mejor se ajusta es  $f' = 12,0$  cm.