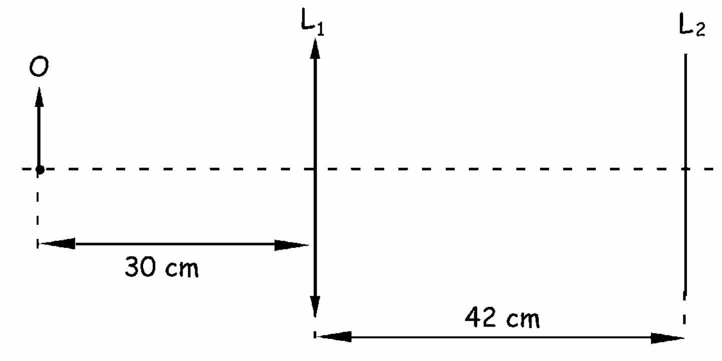
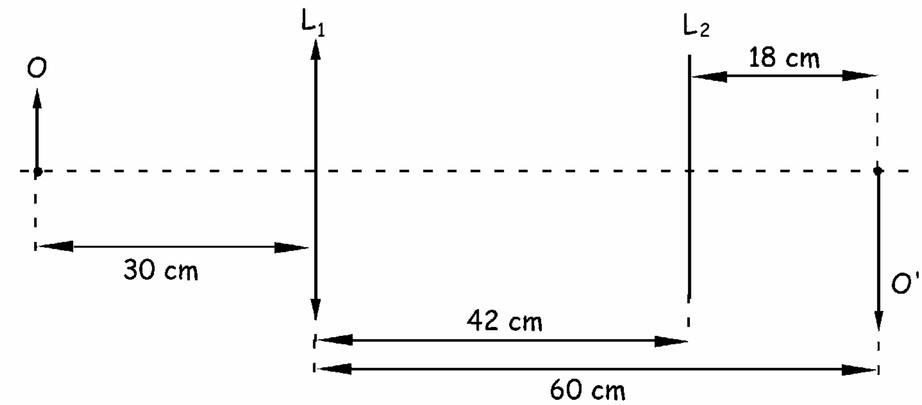
a) Tendremos inicialmente lo que muestra la figura.



La lente L_1, por ser biconvexa, es convergente. Como no sabemos qué tipo de lente es L_2, sólo marcaremos su posición, a 42 cm de L_1. Para esta primera lente el objeto es O y la imagen O'. Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$-\frac{1}{S_1}+\frac{1}{S'_1}=\frac{1}{f'_1}\Rightarrow -\frac{1}{-30}+\frac{1}{S'_1}=\frac{1}{20}\Rightarrow S'_1=60\text{ cm}$$

Por tanto la imagen O' está 60 cm a la derecha de L_1, o lo que es lo mismo, (60-42)=18 cm a la derecha de L_2.



El aumento lateral de esta lente es:

$$\beta_1=\frac{S'_1}{S_1}=\frac{60}{-30}=-2$$

Pasamos ahora a la lente L_2, para la cual el objeto es O' Y la imagen será la imagen final O''. Sabemos que la imagen final es invertida (aumento lateral negativo) y del mismo tamaño que el objeto (y'=y), de modo que el aumento lateral será:

$$\beta=-\left|\frac{y'}{y}\right|=-\left|\frac{y}{y}\right|=-1$$

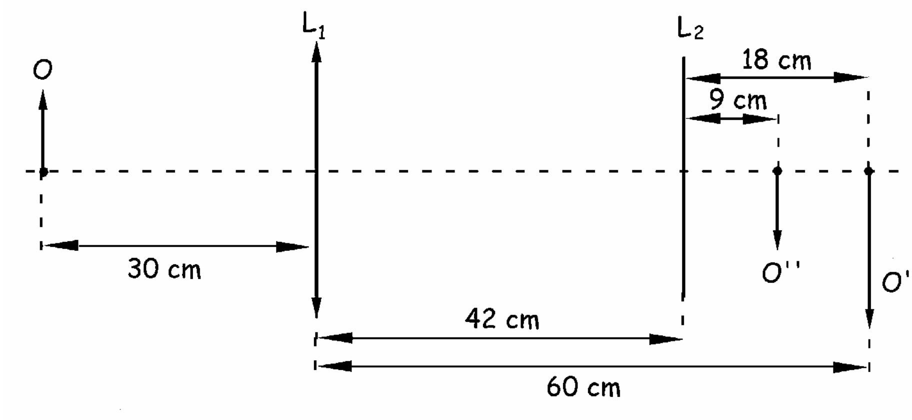
Como sabemos el aumento lateral de L_1 podemos determinar el de L_2:

$$\beta=\beta_1\beta_2\Rightarrow\beta_2=\frac{\beta}{\beta_1}=\frac{-1}{-2}=\frac{1}{2}$$

Y como para la lente L_2 conocemos la distancia objeto, podemos saber la imagen:

$$\beta_2 = \frac{S'_2}{S_2} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{S'_2}{18} \Rightarrow S'_2 = \frac{18}{2} = 9 \text{ cm}$$

Por tanto O'' se encuentra a la derecha de L_2 y a 9 cm de ella.



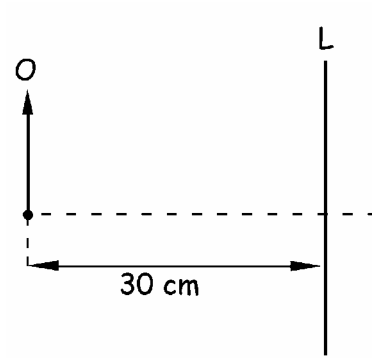
Si aplicamos a esta lente la ecuación correspondiente:

$$-\frac{1}{S_2} + \frac{1}{S'_2} = \frac{1}{f'_2} \Rightarrow -\frac{1}{18} + \frac{1}{9} = \frac{1}{f'_2} \Rightarrow f'_2 = 18 \text{ cm}$$

<u>f'_2=18 cm</u>

b) Ahora tendremos una única lente (aunque formada a su vez por L_1 y L_3) que llamaremos L. El objeto sigue estando 30 cm a la izquierda de la lente. Sabemos el aumento lateral, ya que la imagen es invertida (aumento lateral negativo) y mide el 80% del objeto (y'=0.8y); así pues:

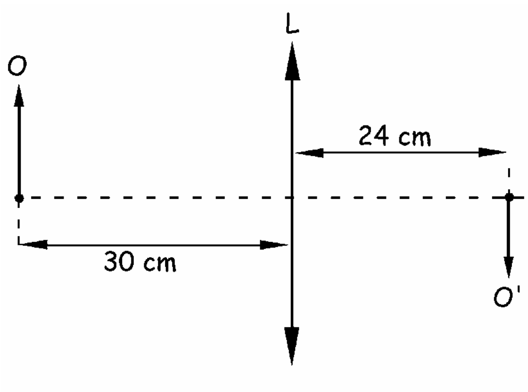
$$\beta = -\left|\frac{y'}{y}\right| = -\left|\frac{0.8y}{y}\right| = -0.8$$



Como el objeto se encuentra 30 cm a la izquierda de las lentes, la imagen estará:

$$\beta = \frac{S'}{S} \Rightarrow -0.8 = \frac{S'}{-30} \Rightarrow S' = 30 \cdot 0.8 = 24 \text{ cm}$$

La imagen se forma a la derecha de las lentes y a 24 cm de ellas. Además, puesto que la imagen es real la lente L es convergente. Si ahora aplicamos a esta lente compuesta la ecuación de las lentes:

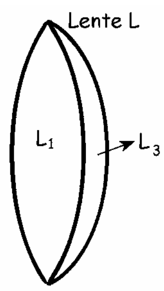


$$-\frac{1}{S}+\frac{1}{S'}=\frac{1}{f'}\quad -\frac{1}{-30}+\frac{1}{24}=\frac{1}{f'}\Rightarrow f'=13.33\text{ cm}$$

Vemos que efectivamente, puesto que la lente es convergente su distancia focal es positiva. La lente L está formada por la yuxtaposición de L_1 y L_3. Como las potencias de las lentes son aditivas:

$$P=P_1+P_3\Rightarrow\frac{1}{f'}=\frac{1}{f'_1}+\frac{1}{f'_3}\Rightarrow\frac{1}{13.33}=\frac{1}{20}+\frac{1}{f'_3}\Rightarrow f'_3=40\text{ cm}$$

<u>f'_3=40 cm</u>



c) La lente L está formada por L_1, biconvexa y de radios iguales, y L_3, que es un menisco y tiene sus radios en relación 1 a 2. La única posibilidad es la que muestra la figura, ya que puesto que la focal de la lente L_3 es positiva el menisco debe ser convergente. Así pues tendremos:

$$P=P_1+P_3\Rightarrow\frac{1}{f'}=\frac{1}{f'_1}+(n_3-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$$

$$\frac{1}{13.33}=\frac{1}{20}+(1.5-1)\left(\frac{1}{-r}-\frac{1}{-\frac{r}{2}}\right)\Rightarrow\frac{1}{13.33}=\frac{1}{20}+0.5\left(\frac{2}{r}-\frac{1}{r}\right)$$

$$0.05=\frac{1}{r}\Rightarrow r=20\text{ cm}$$

Por tanto tendremos:

r_1=r=20 cm

<u>r_1=20 cm</u>

$$r_2=\frac{r}{2}=\frac{20}{2}=10\text{ cm}$$

<u>r_2=10 cm</u>