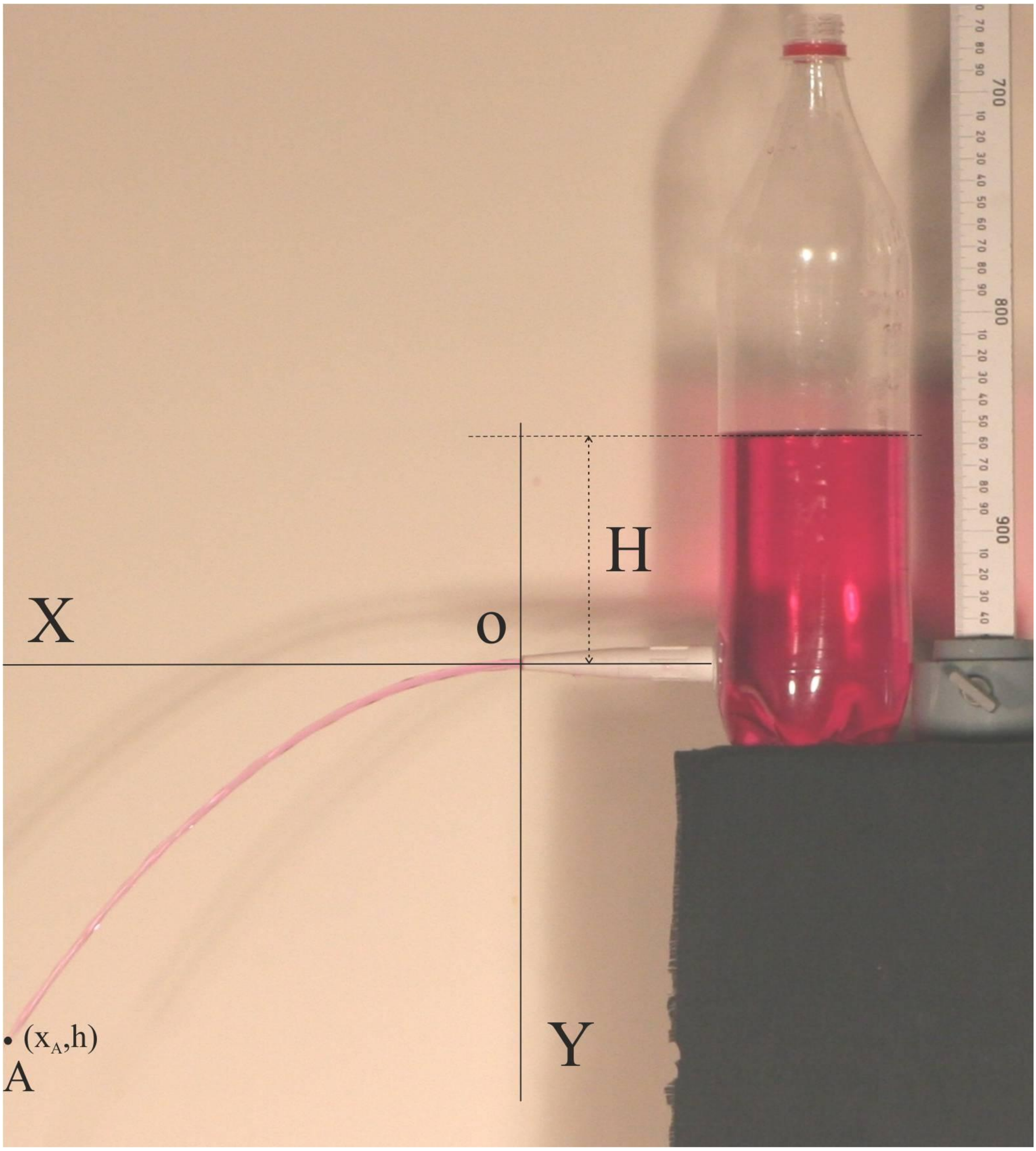
PROBLEMAS VISUALES DE FÍSICA

PVF13-1**. Contracción de vena líquida



Fotografía 1

La fotografía representa la trayectoria seguida por el agua que sale en dirección horizontal con una velocidad v_o. La regla situada a la derecha indica las distancia reales. En la fotografía se han añadido las letras O a la salida del agua y A en un punto de la parábola. (El agua tiene un colorante para que la trayectoria se vea de forma nítida en la fotografía).

a) Determina las distancias x_A , h y H en la fotografía.

b) Calcula el factor de escala. Mida en la fotografía, la distancia entre dos puntos de la regla y establezca el cociente entre la distancia real y ese valor de la foto.

c) Calcula empleando el factor de escala, las distancias reales de x_A , h y H.

d) Deduce la ecuación que relaciona la velocidad de salida del agua en O (v_o) en función de x_A , h y g = 9,8 m/s^2. Sustituye los valores numéricos y calcula el al valor de v_o.

e) El valor teórico ideal de la velocidad de salida $(v_{o})_T$ se deduce a partir de la ecuación de Bernoulli y vale

$$(v_o)_T = \sqrt{2gH}$$

f) El cociente entre la velocidad real y la velocidad $(v_o)_T$ es el factor de contracción de la vena líquida.

SOLUCIÓN

a) $x_A = 9{,}1\,\text{cm} \quad ; \quad h = 6{,}2\,\text{cm} \quad ; \quad H = 4{,}6\,\text{cm}$

Los valores que obtenga pueden diferir de éstos, pues depende del tamaño de pantalla o de la fotocopia.

b) $f = \dfrac{20\,\text{cm reales}}{8{,}7\,\text{cm en la fotografía}} = 2{,}30$

c) $x_A\text{real} = 9{,}1 \cdot 2{,}30 = 20{,}9\ \text{cm} \quad ; \quad h = 6{,}2 \cdot 2{,}30 = 14{,}3\ \text{cm} \quad ; \quad H = 4{,}6 \cdot 2{,}30 = 10{,}6\ \text{cm}$

d) Las ecuaciones paramétricas respecto de los ejes que aparecen en la fotografía son:

$$x = v_o t \quad ; \quad y = \frac{1}{2} g t^2$$

Despejamos t de la primera ecuación y sustituimos su valor en la segunda

$$y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_o^2} \Rightarrow v_o = \sqrt{\frac{g x^2}{2y}} \Rightarrow \quad v_o = \sqrt{\frac{g x_A^2}{2h}} = \sqrt{\frac{9{,}8 \cdot \left(20{,}9.10^{-2}\right)^2}{2 \cdot 14{,}3.10^{-2}}} = 1{,}22 \frac{m}{s}$$

e) $$(v_o)_T = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 10{,}6.10^{-2}} = 1{,}44 \frac{m}{s}$$

f) $$\text{contracción de la vena líquida} = \frac{1{,}22 \frac{m}{s}}{1{,}44 \frac{m}{s}} = 0{,}85$$

La interpretación física del resultado pone de manifiesto que el agua no es un fluido ideal, ya que el cociente no es la unidad. Entre las moléculas de agua existe un rozamiento interno (viscosidad) y además rozan al salir con las paredes de la boquilla, lo que se pone de manifiesto por el valor de la velocidad inferior al ideal. El resultado muestra que en este problema real, la velocidad de salida del líquido es el 85% del valor de la velocidad de un fluido ideal.

Hemos buscado en los libros de Física y en Internet si se había publicado un modelo para explicar cuantitativamente este proceso sin que obtuviésemos resultados positivos, lo que nos hace pensar que sea un problema complejo.

PVF13-2**

Las fotografías dadas están tomadas en un intervalo de 10 segundos, y corresponden al movimiento de una trainera T, de 12m de longitud, con 13 remeros y un timonel y una motora M de 4m.

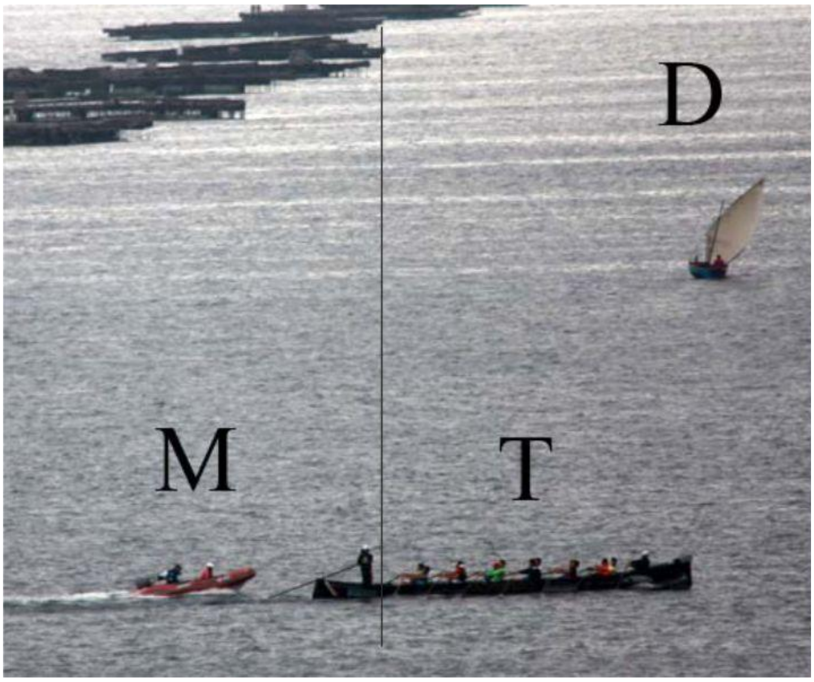
¿Qué tipo de palanca deberán hacer los remeros para impulsar la trainera?

a) Calcular la velocidad relativa de la motora M respecto a la trainera (se supone a ambas con movimiento uniforme).
b) ¿La dorna (embarcación de vela) D, estará fondeada?
c) Determina la resistencia que ofrece el agua (kv^2), al avance de la trainera.
d) La potencia que deberán desarrollar los remeros para mantener la velocidad constante.

DATOS:

Siendo k, una constante que depende del tipo de embarcación y de lo que se hunda en el mar. Suele oscilar entre 200 y 400, para embarcaciones de remos. Vamos a tomar k=300kg/m para la trainera con el peso de 14 personas.

Tómese el referencial dado para realizar las medidas.



Fotografía 1

Fotografía 2

SOLUCIÓN

a) Si consideramos que el agua ofrece suficiente resistencia al avance de la trainera, la palanca que ofrecen los remos para impulsarla, es de segundo orden con el punto de apoyo en el agua, la resistencia que ofrece al avance, está en la propia barca, y la fuerza motriz que ejerce el remero se aplica en el extremo donde agarra el remo.

b) En la fotografía 1, se mide, o en la fotocopia o en la pantalla del ordenador, la longitud de la trainera T en milímetros y se determina el factor de conversión, $F_{T1} = \frac{12\,m}{95\,mm}$ Se repite lo mismo con el M: $F_{M1} = \frac{4\,m}{32\,mm}$. Se repite el proceso con la fotografía 2: $F_{T2} = \frac{12m}{95\,mm}$ y $F_{M2} = \frac{4\,m}{32\,mm}$

NOTA IMPORTANTE. <u>Este factor de conversión variará dependiendo del tamaño de la pantalla o de la fotocopia.</u>

Trainera T

Se mide en cada fotografía la distancia desde el eje de referencia a la proa de cada embarcación y se aplica el factor de conversión correspondiente. Las medidas efectuadas por nosotros en pantalla son:

Primera foto T

$76\,mm \cdot \frac{12m}{95mm} = 9,6\,m$

Segunda foto T

$240\,mm \cdot \frac{12\,m}{95\,mm} = 30,32\,m$

El desplazamiento efectuado por la trainera T en 10s, será: $d = 32,32 - 9,6 = 20,72\,m$

Por lo que la velocidad en m/s, será $v_T = \frac{20,72\,m}{10\,s} = 2,072\frac{m}{s}$

Motora M

Se mide en cada fotografía la distancia desde el eje de referencia a la proa y se aplica el factor de conversión correspondiente. Las medidas efectuadas por nosotros en pantalla son:

Primera foto M

$-32\,mm \cdot \frac{4\,m}{32mm} = -4,0\,m$

Segunda foto M

$150\,mm \cdot \frac{4\,m}{32mm} = 18,95\,m$

El desplazamiento efectuado por la motora M en 10s, será: $d = 18,95 - (-4) = 22,95\,m$. $v_M = \frac{22,95\,m}{10\,s} = 2,3\frac{m}{s}$. La velocidad de M respecto a la de T será $v_{M-T} = 2,3\frac{m}{s} - 2,1\frac{m}{s} = 0,2\frac{m}{s}$

c) La dorna D está fondeada, ya que pese al viento que recoge su vela trapezoidal, no se mueve, pues sus coordenadas respecto al referencial no varían (se puede comprobar en la fotocopia o pantalla)

d) Aplicando la expresión para la resistencia al avance de la trainera $R=kv^2$, siendo k un coeficiente específico para el tipo de embarcación de remos y la parte sumergida debido al peso de la tripulación

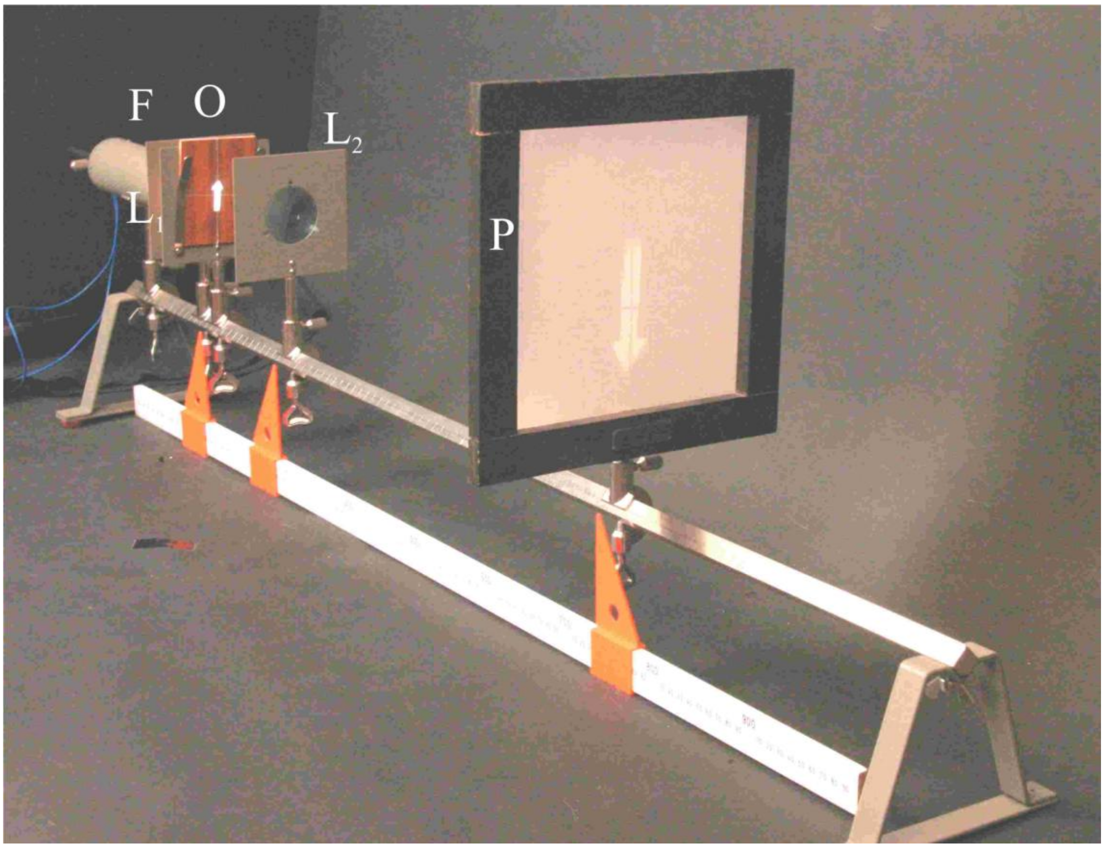
$$R = 2,072^2\,\frac{m^2}{s^2}.300\,\frac{kg}{m} = 1287,43N$$

e) Como la P=F.v, siendo F, la fuerza que hay que vencer para navegar con velocidad constante v

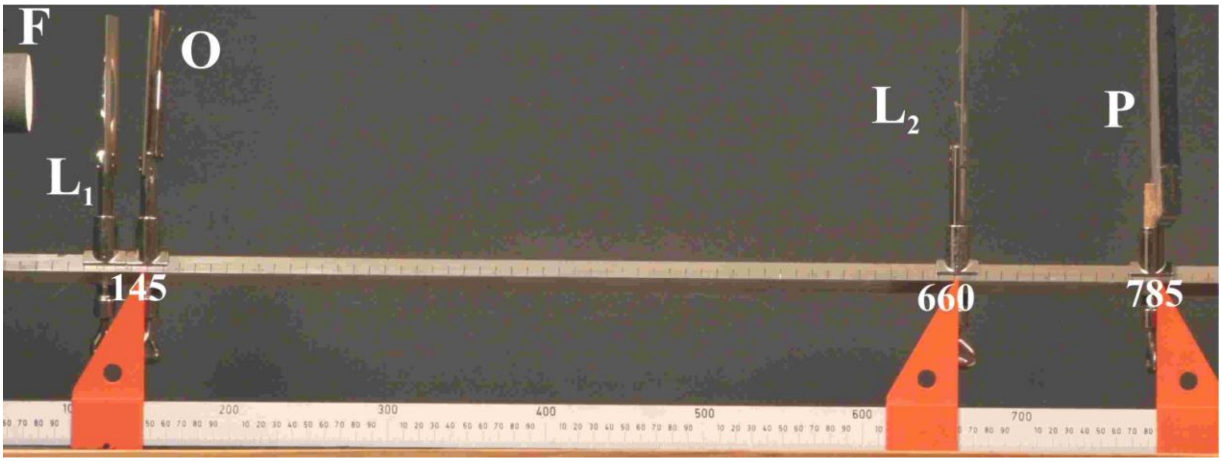
$$P = 2,072\frac{m}{s}.1287,43N = 2667,02w$$

PVF13-3**

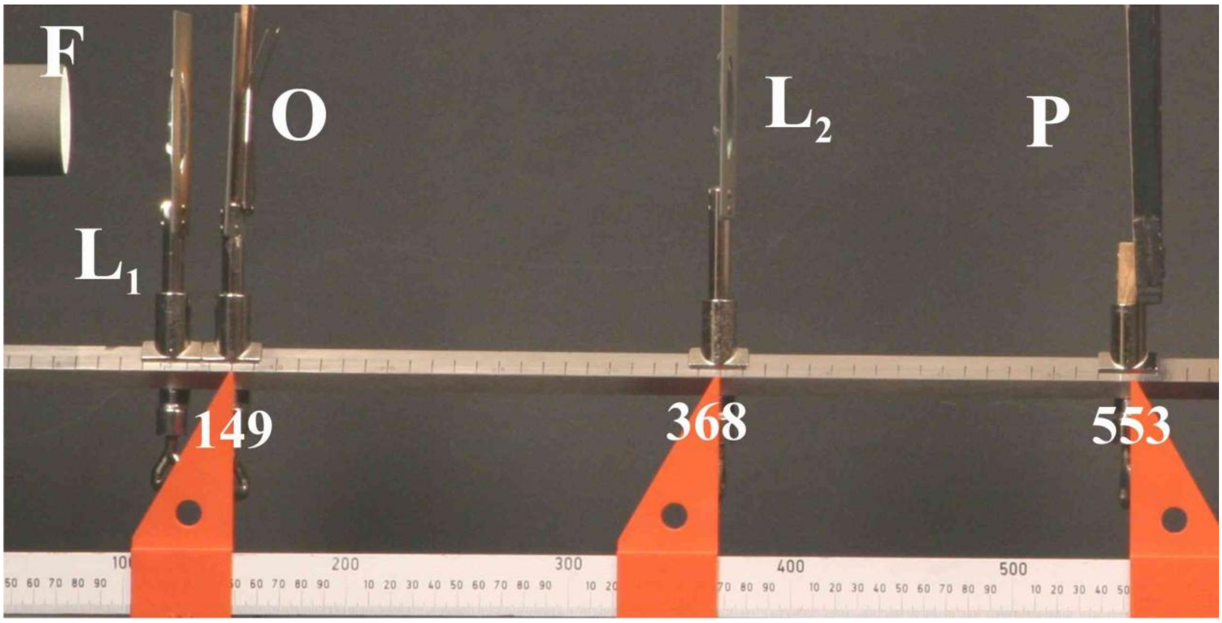
Lente convergente



Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3

La fotografía 1 es una vista general del dispositivo que permite obtener imágenes reales mediante una lente convergente de un objeto (en este caso una flecha).
Las fotografías 2 y 3 están hechas de frente. Los índices rojos señalan las posiciones del objeto O, de la lente L_2 y de la pantalla P. La regla permite medir distancias, para facilitar las lecturas en cada índice rojo aparece un número que es su posición sobre la regla. La lente l_1 tiene como misión formar un haz paralelo de luz que ilumina el objeto.

a) En la fotografía 2 mide las distancias que existe desde la lente L_2 al objeto O: y desde la lente L_2 a la pantalla.
b) Aplica la formula de las lentes delgadas y determina la distancia focal imagen de la lente L_2.
c) En la fotografía 3 mide las distancias que existe desde la lente L_2 al objeto O: y desde la lente L_2 a la pantalla.
d) Aplica la formula de las lentes delgadas y determina la distancia focal imagen de la lente L_2
e) Calcula el valor medio de los dos valores obtenidos.
f) En la fotografía 2 determina mediante el cálculo el cociente δ entre el tamaño del objeto y de la imagen. Se recomienda hacer un esquema de la marcha de la luz.
g) En la fotografía 3 haz lo mismo que en la 2.
h) Mediante cálculo obtén para qué distancia de la lente al objeto el tamaño de la imagen es igual a la del objeto, esto es, $\delta=1$

SOLUCIÓN

a) distancia lente objeto 660-145= 515 mm= 51,5 cm

distancia lente imagen 785-660= 125 mm= 12,5 cm

b) $$-\frac{1}{s}+\frac{1}{s´}=\frac{1}{f} \Rightarrow -\frac{1}{-51,5}+\frac{1}{12,5}=\frac{1}{f´} \Rightarrow \quad f´=\frac{51,5\cdot 12,5}{12,5+51,5}=10,0\,\text{cm}$$

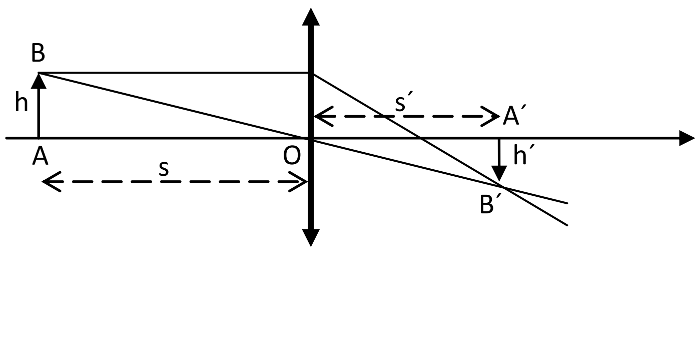
c) distancia lente objeto 368-149= 219 mm= 21,9 cm

distancia lente imagen 553-368= 185 mm= 18,5 cm

d) $$-\frac{1}{s}+\frac{1}{s´}=\frac{1}{f} \Rightarrow -\frac{1}{-21,9}+\frac{1}{18,5}=\frac{1}{f´} \Rightarrow \quad f´=\frac{21,9\cdot 18,5}{18,5+21,9}=10,0\,\text{cm}$$

e) Valor medio de f´ = 10,0 cm

f)



De la comparación de los triángulos semejantes ABO y A´B´O se deduce para los valores absolutos de las alturas que

$$\frac{h}{s}=\frac{h´}{s´} \quad \Rightarrow \quad \rho=\frac{h}{h´}=\frac{s}{s´}$$

Para la fotografía 2

$$\delta=\frac{51,5}{12,5}=4,1=\frac{h}{h´}\Rightarrow h´=\frac{h}{4,1}$$

La imagen es menor que el objeto.

g)

$$\delta=\frac{21,9}{18,5}=1,18=\frac{h}{h´}\Rightarrow h´=\frac{h}{1,18}$$

La imagen es algo más pequeña que el objeto.

h) En este caso δ=1, luego en valor absoluto s = s´

$$-\frac{1}{s}+\frac{1}{s´}=\frac{1}{f´}\Rightarrow \quad \left|\frac{1}{s}+\frac{1}{s}\right|=\left|\frac{1}{f´}\right|\Rightarrow \quad \frac{2}{s}=\frac{1}{f´}\Rightarrow \quad s=2f´$$