

A objetiva de uma luneta astronômica simples tem 60 cm de distância focal e a ocular tem distância focal igual a 1,5 cm. A imagem de um astro observado vai se formar a 43,5 cm da ocular. Determine o comprimento do tubo que constitui a luneta.

Construção da imagem

Das propriedades das lentes delgadas temos que, *qualquer raio que passe pelo centro ótico da lente não sofre desvio ao atravessar a lente*, assim na figura 1 vemos que tomando-se um raio de luz que passa pelo centro ótico da objetiva (O_1) não sofre desvio, sendo este raio inclinado em relação ao eixo principal ele será um eixo secundário e vai determinar no plano focal um foco secundário onde se forma a imagem i_1 .

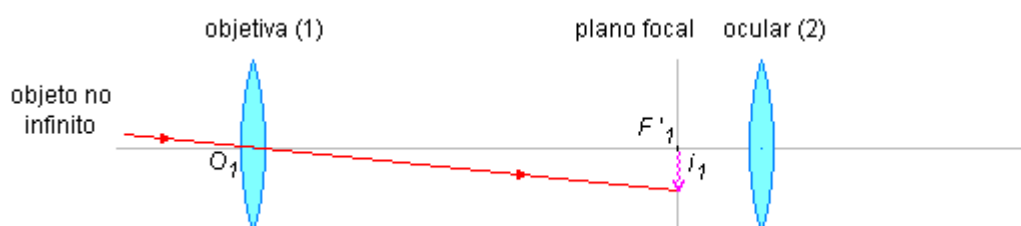


figura 1

Um segundo raio de luz paralelo ao eixo secundário atravessa a lente e é refratado saindo, também, pelo foco secundário (figura 2).

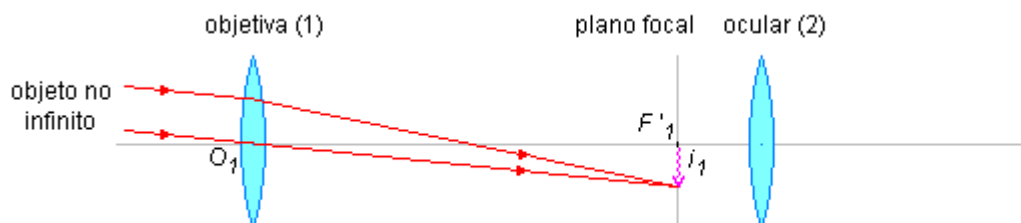


figura 2

Observação: este raio não é necessário para a determinação da imagem i_1 , ele apenas ilustra que para objetos no infinito todos os raios chegam paralelos ao instrumento, e que raios paralelos ao eixo secundário são refratados pelo foco secundário.

A imagem i_1 da objetiva é agora objeto o_2 para a ocular ($i_1 \equiv o_2$). Novamente um raio que passa pelo centro ótico, agora da ocular (O_2), não sofre desvio, como se vê na figura 3.

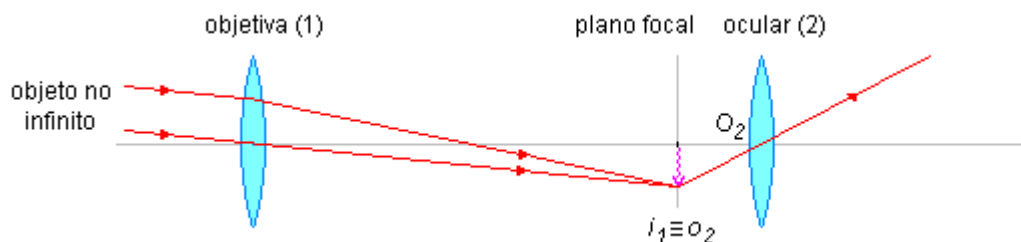


figura 3

Da propriedade que nos diz que, *todo raio que incide paralelamente ao eixo principal emerge numa direção que passa pelo foco imagem*, temos que um raio que sai de o_2 paralelo ao eixo principal sai pelo foco F'_2 , ver figura 4.

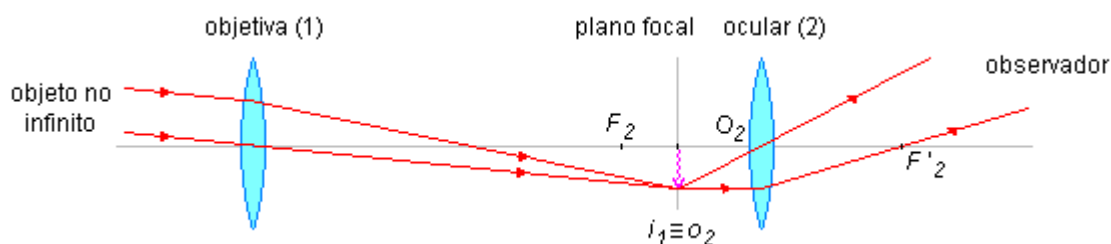


figura 4

Os dois raios encontrados acima não determinam uma imagem do lado do observador, para determinar a imagem é necessário prolongar estes raios para o lado do objeto o_2 , do cruzamento deles temos a imagem i_2 aumentada como é mostrado na figura 5.

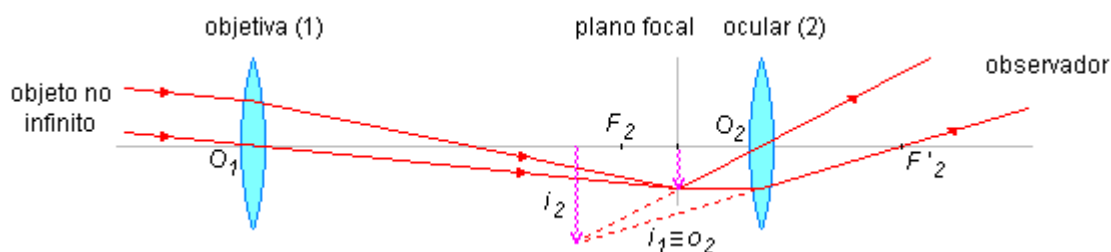


figura 5

Dados do problema

- distância focal da objetiva: $f_1 = 60 \text{ cm}$;
- distância focal da ocular: $f_2 = 1,5 \text{ cm}$;
- distância da imagem à ocular: $p'_2 = -43,5 \text{ cm}$.

Esquema do problema

Adotando-se o *Referencial de Gauss*, do lado da luz incidente temos a abscissa positiva para o objeto real ($p > 0$) e negativa para a imagem virtual ($p' < 0$), do lado oposto temos a abscissa do objeto virtual negativa ($p < 0$) e positiva para a imagem real ($p' > 0$).

A imagem i_1 possui abscissa positiva, pois está "atrás" da lente objetiva ($p'_1 > 0$, imagem real), ela é também objeto para a lente ocular, como está na "frente" da lente possui abscissa positiva ($p_2 > 0$, objeto real), a imagem i_2 está na "frente" da lente ocular, portanto, é uma imagem virtual e possui abscissa negativa ($p'_2 < 0$).

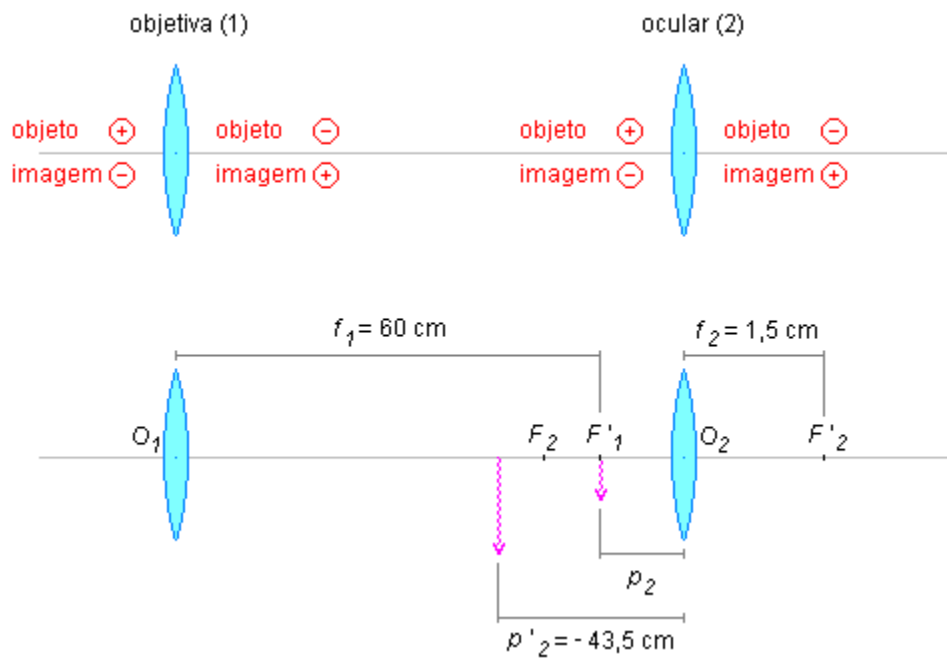


figura 6

Solução

Pela figura 6 vemos que o comprimento do tubo será a soma da distância focal da objetiva (f_1) com a distância p_2 , que representa o objeto para a ocular. Para encontrar p_2 usamos a *Equação dos Pontos Conjugados*

$$\begin{aligned}\frac{1}{f_2} &= \frac{1}{p_2} + \frac{1}{p'_2} \\ \frac{1}{p_2} &= \frac{1}{f_2} - \frac{1}{p'_2} \\ \frac{1}{p_2} &= \frac{1}{1,5} - \frac{1}{(-43,5)} \\ \frac{1}{p_2} &= \frac{1}{1,5} + \frac{1}{43,5}\end{aligned}$$

escrevendo $1,5 = \frac{15}{10}$ e $43,5 = \frac{435}{10}$ teremos

$$\begin{aligned}\frac{1}{p_2} &= \frac{1}{\frac{15}{10}} + \frac{1}{\frac{435}{10}} \\ \frac{1}{p_2} &= \frac{10}{15} + \frac{10}{435}\end{aligned}$$

o *Mínimo Múltiplo Comum (M.M.C.)* entre 15 e 435 é 435

$$\frac{1}{p_2} = \frac{290 + 10}{435}$$

$$\frac{1}{p_2} = \frac{300}{435}$$

$$p_2 = \frac{435}{300}$$

$$p_2 = 1,45 \text{ cm}$$

assim o comprimento do tubo (d) será

$$d = f_1 + p_2$$

$$d = 60 + 1,45$$

$$d = 61,45 \text{ cm}$$