

Exercícios – Módulo Óptica Geométrica V

Instrumentos Ópticos

Terceiro Ano do Ensino Médio

Autor: Thales Azevedo

Ilustrações e revisão: Vanessa Martiniano



**Portal
da Física
OBMEP**

1) (FATEC) Uma lente é utilizada para projetar em uma parede a imagem de um *slide*, ampliada 4 vezes em relação ao tamanho original do *slide*. A distância entre a lente e a parede é de 2,0 m. O tipo de lente utilizado e o módulo de sua distância focal são, respectivamente:

- a) divergente, 2,0 m
- b) convergente, 40 cm
- c) divergente, 40 cm
- d) divergente, 25 cm
- e) convergente, 25 cm

Solução: Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em instrumentos ópticos. Para resolvê-la, precisamos lembrar que, para que uma imagem possa ser projetada em um anteparo, ela deve ser real. Além disso, apenas lentes convergentes são capazes de fornecer imagens reais a partir de um objeto real. É claro que poderíamos simplesmente nos lembrar do esquema de funcionamento de um projetor de *slide*, discutido no módulo 5, onde vimos que aquele instrumento óptico, de fato, possui uma lente convergente.

De todo modo, está claro que o tipo de lente utilizado deve ser convergente, o que exclui as alternativas a), c) e d). Para determinar qual das duas alternativas restantes é a correta, precisamos usar os resultados advindos do estudo analítico das lentes delgadas, como vimos no módulo 4. De acordo com o enunciado, a imagem projetada tem quatro vezes o tamanho do *slide* original. Embora o enunciado não forneça essa informação, sabemos também que a imagem é invertida em relação ao objeto. Logo, o aumento linear transversal nesse caso vale -4 . Substituindo esse valor na equação do aumento linear transversal, temos

$$A = \frac{-p'}{p}$$
$$-4 = \frac{-p'}{p}$$
$$\Rightarrow p = p'/4.$$

Também de acordo com o enunciado, a distância entre a lente e a parede é de 2,0 m, ou seja, $p' = 2,0$ m. Usando o resultado acima, concluímos que $p = 0,5$ m. Dadas essas informações, podemos calcular a distância focal da lente utilizada através da equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{0,5m} + \frac{1}{2,0m}$$
$$\frac{1}{f} = \frac{4}{2,0m} + \frac{1}{2,0m}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{5}{2,0m}$$
$$\Rightarrow f = 0,4m.$$

Portanto, a resposta correta encontra-se na alternativa **b**).

2) (ITA) Um telescópio astronômico tipo refrator é provido de uma objetiva de 1 000 mm de distância focal. Para que o seu aumento angular seja de aproximadamente 50 vezes, a distância focal da ocular deverá ser de:

- a) 10 mm
- b) 20 mm
- c) 25 mm
- d) 50 mm
- e) 150 mm

Solução: Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda propriedades de instrumentos ópticos. Para resolvê-la, basta lembrar o que foi discutido no módulo 5. De fato, vimos que um telescópio astronômico do tipo refrator possui duas lentes convergentes: a objetiva, de distância focal maior; e a ocular (essencialmente uma lupa), de distância focal menor. O aumento angular fornecido por esse sistema é dado, aproximadamente, por

$$G \approx \frac{f_{objetiva}}{f_{ocular}}$$

O enunciado diz que o aumento angular em questão é de aproximadamente 50 vezes, e que a lente objetiva possui 1000 mm de distância focal. Substituindo esses dados na equação acima, ficamos com

$$50 \approx \frac{1000mm}{f_{ocular}}$$
$$f_{ocular} \approx \frac{1000mm}{50}$$
$$f_{ocular} \approx 20mm,,$$

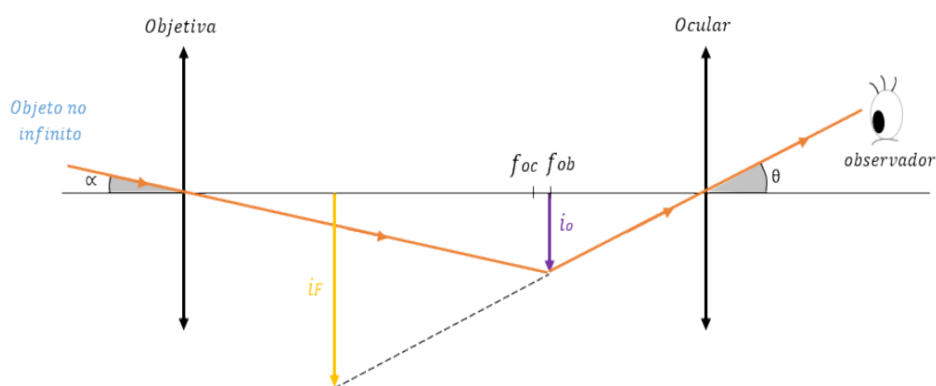
ou seja, a resposta correta encontra-se na alternativa **b**).

3) (UECE) Uma estudante constrói uma luneta usando uma lente convergente de 58,2 cm de distância focal como objetiva, e uma lente convergente com 1,9 cm de distância focal como ocular.

Sabendo-se que a distância entre as lentes ocular e objetiva é de 60 cm, qual é, aproximadamente, a distância, em centímetros, entre a imagem final de um astro observado e a ocular?

- a) 10,0
- b) 30,6
- c) 34,2
- d) 36,4

Solução: Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em instrumentos ópticos. Para resolvê-la, basta lembrar o que foi discutido no módulo 5. De fato, vimos que uma luneta astronômica (telescópio do tipo refrator) possui duas lentes convergentes: a objetiva, de distância focal maior, e a ocular (essencialmente uma lupa), de distância focal menor, como ilustra a figura abaixo.

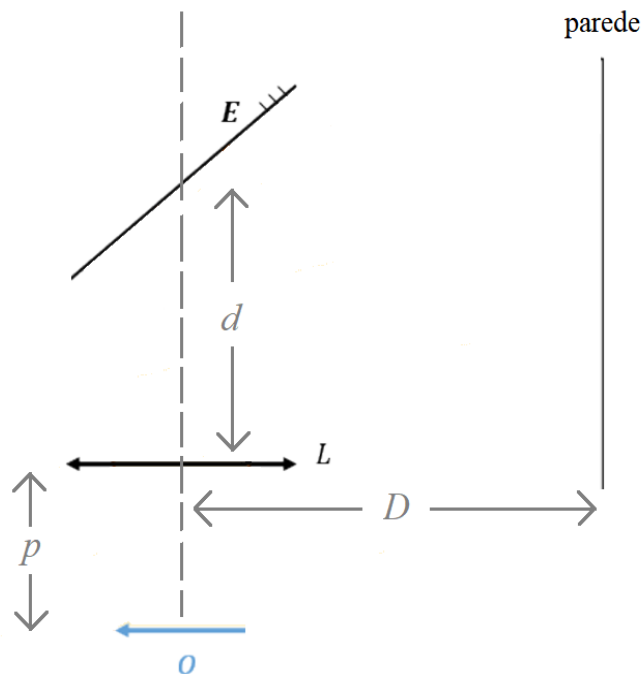


No caso da luneta descrita no enunciado, a distância focal da lente objetiva (f_{ob}) vale 58,2 cm, enquanto a distância focal da lente ocular (f_{oc}) vale 1,9 cm. Como o astro observado encontra-se a uma distância enorme da lente objetiva, sua imagem forma-se aproximadamente no plano focal daquela, a uma distância $p = 60 \text{ cm} - 58,2 \text{ cm} = 1,8 \text{ cm}$ da lente ocular (veja a figura, lembrando que, de acordo com o enunciado, a distância entre as duas lentes vale 60 cm). A imagem formada pela objetiva (i_o) faz o papel de objeto para a lente ocular. Logo, para calcular a distância entre a imagem final de um astro observado e a lente ocular (p'), basta usar a equação de Gauss:

$$\begin{aligned} \frac{1}{f} &= \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \\ \frac{1}{1,9\text{cm}} &= \frac{1}{1,8\text{cm}} + \frac{1}{p'} \\ \frac{1}{1,9\text{cm}} - \frac{1}{1,8\text{cm}} &= \frac{1}{p'} \\ \frac{(1,9\text{cm}) \times (1,8\text{cm})}{1,8\text{cm} - 1,9\text{cm}} &= \frac{1}{p'} \\ -\frac{0,1}{3,42\text{cm}} &= \frac{1}{p'} \\ \Rightarrow p' &= -34,2\text{cm}. \end{aligned}$$

Portanto, a resposta correta encontra-se na alternativa **c**). Note que o sinal negativo deve-se ao fato de a imagem ser virtual, como ocorre em instrumentos ópticos de observação.

4) Deseja-se utilizar um antigo retroprojektor para projetar em uma parede a imagem de uma transparência, de modo que a imagem tenha 10 vezes o tamanho do objeto. A distância (d) entre a lente (L) do retroprojektor e seu espelho plano (E) é fixa, mas a altura (p) do conjunto lente-espelho em relação à transparência (objeto o) é ajustável, como ilustra a figura abaixo (fora de escala).



Sabendo que a distância focal da lente vale 20 cm e que a lente dista 7 cm do espelho, determine a altura (p) do conjunto lente-espelho e a que distância da

parede (D) o retroprojektor deve ser colocado para que a imagem formada seja a mais nítida possível.

Solução: Esta é uma questão discursiva que aborda a formação de imagens em instrumentos ópticos. Para resolvê-la, basta lembrar o que foi discutido nos módulos 4 e 5. De acordo com o enunciado, a imagem projetada deve ter dez vezes o tamanho da transparência original (objeto). Embora o enunciado não explicitasse essa informação, sabemos também que a imagem conjugada pela lente do retroprojektor é invertida em relação ao objeto. Logo, o aumento linear transversal nesse caso vale -10 . Substituindo esse valor na equação do aumento linear transversal, temos

$$\begin{aligned} A &= \frac{-p'}{p} \\ -10 &= \frac{-p'}{p} \\ \Rightarrow p &= p'/10. \end{aligned}$$

Também de acordo com o enunciado, a distância focal da lente vale 20 cm . Substituindo essas informações na equação de Gauss, obtemos

$$\begin{aligned} \frac{1}{f} &= \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \\ \frac{1}{20\text{cm}} &= \frac{10}{p'} + \frac{1}{p'} \\ \frac{1}{20\text{cm}} &= \frac{11}{p'} \\ \Rightarrow p' &= 220\text{cm}. \end{aligned}$$

Como $p = p'/10$, concluímos que $p = 22 \text{ cm}$, ou seja, a lente do retroprojektor deve ser posicionada 22 cm acima da transparência.

O resultado que obtivemos através da equação de Gauss nos diz que, na ausência do espelho plano, a imagem formar-se-ia a 220 cm da lente. Porém, como há um espelho plano 7 cm acima da lente, a imagem conjugada pela lente faz o papel de objeto (virtual) para o espelho plano, distando $(220 - 7) \text{ cm} = 213 \text{ cm}$ daquele. Logo, a imagem (real) conjugada pelo espelho plano dista 213 cm do espelho. Portanto, para se obter uma imagem nítida, deve-se posicionar o retroprojektor a uma distância $D = 213 \text{ cm}$ da parede.

5) (UFU) A objetiva de uma máquina fotográfica tem distância focal 100 mm e possui um dispositivo que permite seu avanço ou retrocesso. A máquina é utilizada para tirar duas fotos: uma de um objeto no infinito e outra de um objeto

distante 30 cm da objetiva. O deslocamento da objetiva, de uma foto para outra, em mm, foi de:

- a) 50
- b) 100
- c) 150
- d) 200
- e) 250

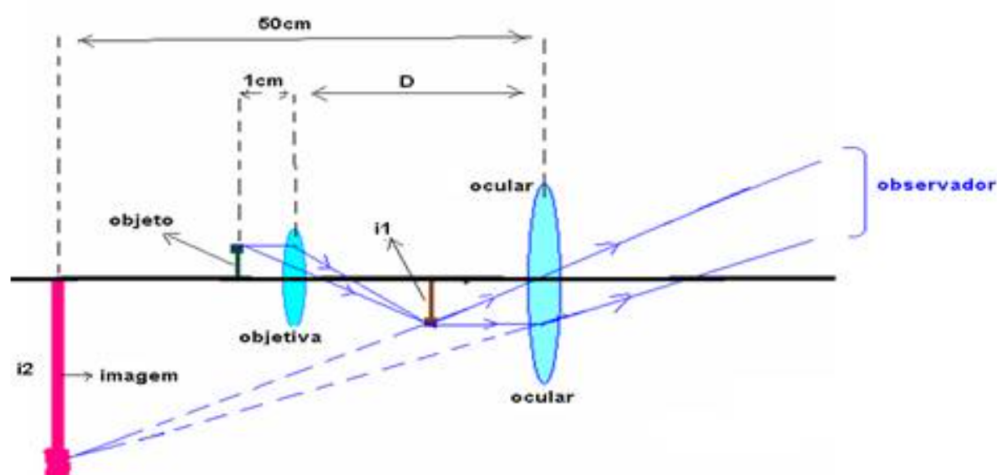
Solução: Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em instrumentos ópticos, em particular na câmera fotográfica. Para resolvê-la, basta lembrar o que foi discutido nos módulos 4 e 5. Numa máquina fotográfica, a imagem deve se formar sempre sobre o filme ou o sensor fotossensível, para que tenha nitidez. Quando se tira uma foto de um objeto infinitamente distante, a imagem forma-se no plano focal da lente objetiva; portanto, nessa situação, a distância entre a lente e o filme deve ser igual à distância focal da lente.

No caso descrito no enunciado, podemos dizer que, quando se tirou uma foto de um objeto no infinito, a lente estava a 100 mm do filme (já que a distância focal da objetiva em questão vale 100 mm). Para se fotografar um objeto que dista 30 cm da objetiva, essa precisa se deslocar, alterando sua distância em relação ao filme. Podemos determinar a nova distância da lente ao filme (onde a imagem deve se formar) utilizando a equação de Gauss:

$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \\ \frac{1}{100\text{mm}} &= \frac{1}{300\text{mm}} + \frac{1}{p'} \\ \frac{1}{100\text{mm}} - \frac{1}{300\text{mm}} &= \frac{1}{p'} \\ \frac{3}{300\text{mm}} - \frac{1}{300\text{mm}} &= \frac{1}{p'} \\ \frac{2}{300\text{mm}} &= \frac{1}{p'} \\ \Rightarrow p' &= 150\text{mm}.\end{aligned}$$

Como a lente estava anteriormente a 100 mm do filme, concluímos que seu deslocamento foi de 50 mm, e a resposta correta se encontra na alternativa **a**).

6) (UFPE) Um microscópio composto é formado por duas lentes convergentes. A lente que fica mais próxima do objeto é a objetiva, e aquela através da qual se observa a imagem é a ocular. A imagem i_1 , formada pela objetiva, funciona como um objeto para a ocular (figura).



Quando o objeto é colocado a 1 cm da objetiva a imagem final que se observa é 100 vezes maior que o objeto e encontra-se a 50 cm da lente ocular. Se a ampliação devido à lente objetiva é 20 vezes, determine a distância D, em centímetros.

Solução: Esta é uma questão discursiva que aborda a formação de imagens em instrumentos ópticos, em particular no microscópio (composto). Para resolvê-la, basta lembrar o que foi discutido nos módulos 4 e 5. Podemos começar notando que a distância D que se deseja determinar é igual à soma da distância da imagem i_1 à objetiva (p_1') com a distância de i_1 à ocular (p_2), ou seja,

$$D = p_1' + p_2.$$

Sendo assim, se conseguirmos calcular p_1' e p_2 , teremos resolvido a questão. Para calcular p_1' , basta lembrar que, de acordo com o enunciado, a ampliação devido à lente objetiva é de 20 vezes. De fato, usando a equação do aumento linear transversal (e lembrando que a imagem formada pela objetiva é invertida), temos

$$\begin{aligned} A_{objetiva} &= -\frac{p_1'}{p_1} \\ -20 &= -\frac{p_1'}{1\text{cm}} \\ \Rightarrow p_1' &= 20\text{cm}, \end{aligned}$$

onde usamos que a distância entre o objeto e objetiva (p_1) é igual a 1 cm.

Para calcular p_2 , podemos usar novamente a equação do aumento linear transversal. Antes, porém, é preciso determinar a ampliação devido à lente ocular. De acordo com o

enunciado, o fator de ampliação total é 100, enquanto o aumento devido somente à lente objetiva é de 20 vezes, como já mencionamos. Portanto, temos

$$\begin{aligned}A &= A_{objetiva} \cdot A_{ocular} \\-100 &= -20A_{ocular} \\ \Rightarrow A_{ocular} &= 5.\end{aligned}$$

De posse desse resultado, podemos aplicar diretamente a equação do aumento linear transversal:

$$\begin{aligned}A_{ocular} &= -\frac{p_2'}{p_2} \\ 5 &= -\frac{(-50cm)}{p_2} \\ \Rightarrow p_2 &= 10cm,\end{aligned}$$

onde usamos $p_2' = -50$ cm pelo fato de a imagem i_2 , formada pela ocular, ser virtual. Finalmente, concluímos que $D = p_1' + p_2 = 20$ cm + 10 cm = 30 cm.