

Exercícios – Módulo Óptica Geométrica IV

Propriedades básicas e comportamento óptico das lentes

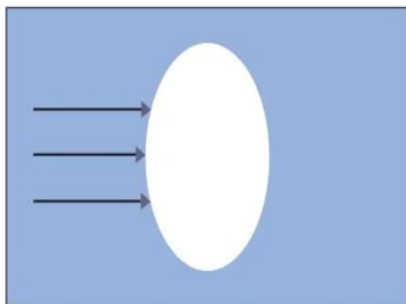
Segundo Ano do Ensino Médio

Autor: Thales Azevedo

Revisor: Lucas Lima



1) (Unaerp) Uma bolha de ar imersa em vidro apresenta o formato da figura.



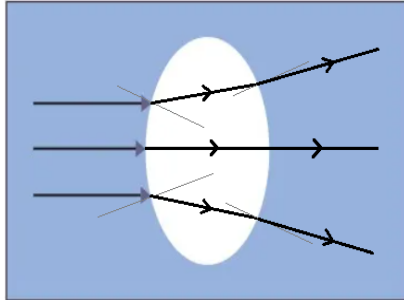
Quando três raios de luz paralelos a atingem, observa-se que seu comportamento óptico é de um(a):

- a) lente convergente.
- b) lente divergente.
- c) lâmina de faces paralelas.
- d) espelho plano.
- e) espelho convexo.

Solução: Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda propriedades básicas de lentes delgadas. Para resolvê-la, basta lembrar o que foi discutido no texto introdutório sobre lentes. De fato, vimos que uma lente delgada pode ser convergente ou divergente, e que essa propriedade óptica depende do formato da lente, do seu índice de refração e do índice de refração do meio em que ela se encontra.

De acordo com a figura presente no enunciado, a bolha de ar presa no vidro possui aproximadamente o formato de uma lente de borda fina. Nessa situação, ela vai se comportar como uma lente convergente se seu índice de refração for maior do que o índice de refração do meio no qual está inserida, ou como uma lente divergente no caso contrário. Como o índice de refração do vidro é maior do que o do ar, concluímos assim que a bolha de ar analisada possui o comportamento óptico de uma lente divergente, e portanto a resposta correta encontra-se na alternativa **b**).

Comentário: note que tal questão também pode ser resolvida analisando-se diretamente a refração dos raios incidentes, como ilustra a figura abaixo.



2) Um experimento simples consiste em, num dia ensolarado, usar uma lupa para concentrar os raios solares sobre um pedaço de jornal preto, por tempo suficiente para que o papel comece a pegar fogo, ilustrando assim a transformação da energia solar em energia térmica. (Com papel branco é mais difícil porque este absorve muito menos luz). Pergunta-se:

a) Para realizar esse experimento, a lente presente na lupa deve ser convergente ou divergente?

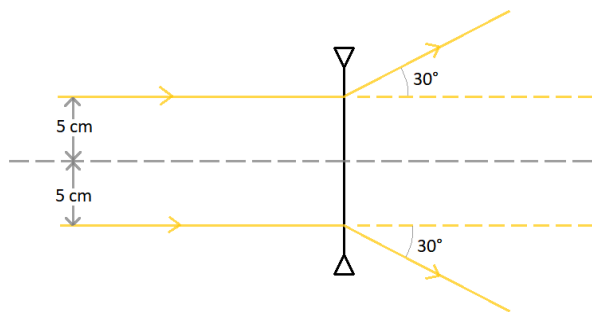
b) Supondo que os raios solares atinjam a lupa perpendicularmente e que sua distância focal seja de 30 cm, onde deve ser posicionado o pedaço de jornal para que o processo ocorra o mais rápido possível?

Solução: Esta é uma questão discursiva que aborda propriedades básicas de lentes delgadas. Para resolvê-la, basta lembrar a diferença principal entre lentes convergentes e divergentes, além da definição do foco. De fato, o objetivo do experimento é concentrar a luz solar, ou seja, um feixe de raios paralelos, em um único ponto. Tal comportamento é exatamente aquele observado em lentes convergentes, como responde o item a) da questão.

Para responder com o item b), note que, de acordo com o enunciado, os raios solares atingem a lupa de forma perpendicular, o que implica que os raios incidentes são paralelos ao eixo focal da lente. Tais raios constituem um caso particular dos chamados raios particulares, discutidos no texto correspondente. Vimos que, quando um raio incide paralelamente ao eixo focal de uma lente convergente, ele é refratado na direção do foco imagem (atrás da lente). Como, também de acordo com o enunciado, a distância focal da lente é de 30 cm, isso implica que os raios solares serão concentrados em um ponto a 30 cm de distância

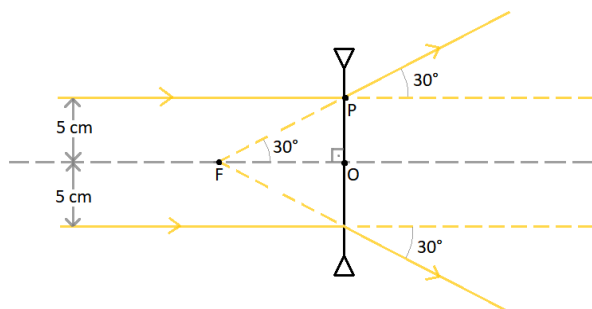
da lupa, o que implica que o pedaço de jornal deve ser posicionado sobre o eixo focal da lupa, a 30 cm da mesma.

3) Uma lente divergente foi construída de forma que raios luminosos que incidem paralelamente ao eixo focal, e a uma distância de 5 cm do mesmo, sofrem um desvio de 30° após serem refratados pela lente, como ilustra a figura abaixo.



Calcule a distância focal desta lente.

Solução: Esta é uma questão discursiva que aborda propriedades básicas de lentes delgadas. Para resolvê-la, basta lembrar que, quando um feixe de luz incide paralelamente ao eixo principal de uma lente divergente, o feixe incidente é refratado e seus raios espalham-se como se oriundos de um único ponto F sobre o eixo principal, ou seja, do foco objeto da lente. Portanto, se traçarmos, na figura fornecida no enunciado, os prolongamentos dos raios luminosos refratados, concluiremos que eles se cruzam no foco, como mostra a figura abaixo.

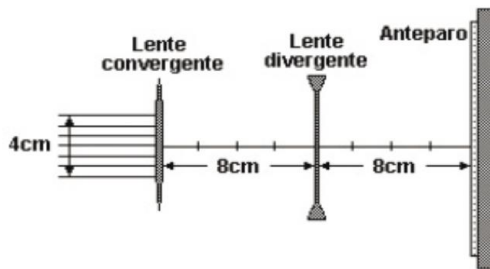


O enunciado pede-nos para calcular a distância focal da lente, ou seja, a distância entre o foco e o centro óptico. Na figura acima, essa distância corresponde ao segmento OF. Além disso, analisando o triângulo FOP, obtemos

$$\begin{aligned} \tan 30^\circ &= \frac{OP}{OF} \\ \frac{\sqrt{3}}{3} &= \frac{5\text{cm}}{OF} \\ OF &= 5\sqrt{3}\text{cm}, \end{aligned}$$

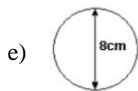
que é a distância focal procurada.

4) (Fuvest) Um sistema de duas lentes, sendo uma convergente e outra divergente, ambas com distâncias focais iguais a 8 cm, é montado para projetar círculos luminosos sobre um anteparo. O diâmetro desses círculos pode ser alterado, variando-se a posição das lentes. Em uma dessas montagens, um feixe de luz, inicialmente de raios paralelos e 4 cm de diâmetro, incide sobre a lente convergente, separada da divergente por 8 cm, atingindo finalmente o anteparo, 8 cm adiante da divergente. Nessa montagem específica, o círculo luminoso formado no anteparo é mais bem representado por



- a) **Pequeno círculo**
- b) 2cm
- c) 4cm
- 6cm

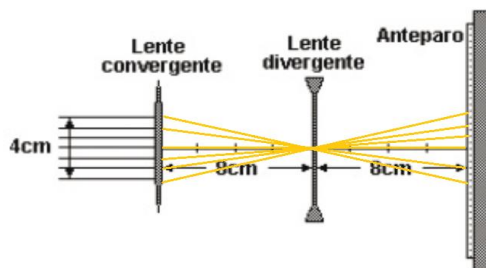
d)



Solução: Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda propriedades básicas de lentes delgadas. Para resolvê-la, basta lembrar o que foi discutido nos textos correspondentes. Particularmente importante para esse problema é o fato de que raios luminosos que incidem sobre uma lente convergente paralelamente ao seu eixo óptico são refratados na direção do seu foco. Como, de acordo com o enunciado, a distância focal da lente convergente vale 8 cm, e essa é exatamente a distância que separa as duas lentes na montagem específica analisada, concluímos que os raios luminosos que compõem o feixe incidente convergirão para o centro óptico da lente divergente.

Agora, devemos nos lembrar de outra informação importante: raios luminosos que incidem sobre o centro óptico de uma lente esférica constituem exemplos dos chamados raios particulares, com propriedades bem conhecidas. De fato, sabemos que os raios que incidem sobre o centro óptico são transmitidos sem que haja alteração na sua direção de propagação.

Juntando essas informações, podemos representar o comportamento do feixe luminoso após passar pela lente convergente como na figura abaixo.



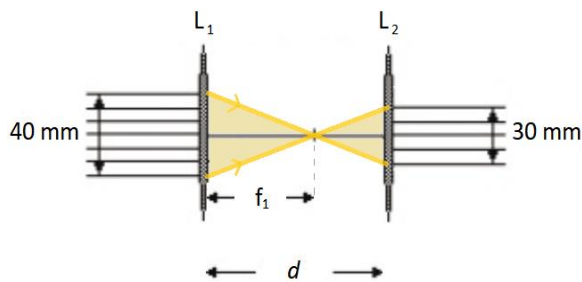
Assim, como a distância entre a lente divergente e o anteparo também vale 8 cm, uma simples semelhança de triângulos na figura acima nos permite concluir que o círculo luminoso formado no anteparo possui o mesmo diâmetro do feixe incidente. Portanto, a resposta correta encontra-se na alternativa c).

5) (ITA) Um sistema óptico é composto por duas lentes esféricas convergentes, L_1 e L_2 , dispostas coaxialmente. As distâncias focais são, respectivamente, f_1 e f_2 , e a distância entre elas é d . Um feixe de luz cilíndrico de 40 mm de diâmetro incide sobre L_1 , segundo

o seu eixo, e emerge de L_2 como um feixe também cilíndrico de 30 mm de diâmetro. Se $f_1=60$ mm, pode-se afirmar que a distância d será:

- a) 45 mm
- b) 8 mm
- c) 15 mm
- d) 105 mm
- e) qualquer valor, pois o fenômeno citado independe da distância em consideração.

Solução: Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda conceitos básicos de lentes delgadas. Para resolvê-la, basta lembrar que os raios luminosos que incidem sobre uma lente convergente paralelamente ao seu eixo principal são refratados na direção do foco. Além disso, pelo princípio da reversibilidade dos raios luminosos, os raios que incidem sobre a lente passando pelo seu foco principal são refratados paralelamente ao seu eixo principal. Sendo assim, a situação descrita no enunciado pode ser representada pela figura abaixo.



A partir da figura, vemos que os raios refratados coplanares formam dois triângulos semelhantes: um de base 40 mm e altura f_1 e outro de base 30 mm e base $d - f_1$. Portanto, temos

$$\begin{aligned} \frac{f_1}{40\text{mm}} &= \frac{d - f_1}{30\text{mm}} \\ 30f_1 &= 40d - 40f_1 \\ 70f_1 &= 40d \\ \Rightarrow d &= \frac{7}{4}f_1. \end{aligned}$$

Como, de acordo com o enunciado, $f_1=60$ mm, obtemos finalmente $d = 7 \times 15 \text{ mm} = 105$ mm, de modo que a resposta correta encontra-se na alternativa **d**). (Note que, como $f_1 + f_2 = d$, esse resultado também nos permite concluir que $f_2=45$ mm, embora a questão não pedisse tal valor.)

