GABARITO EXERCICIOS OBRIGATORIOS LISTA 1 FÍSICA IV
Óptica geométrica (9 edição do Halliday)

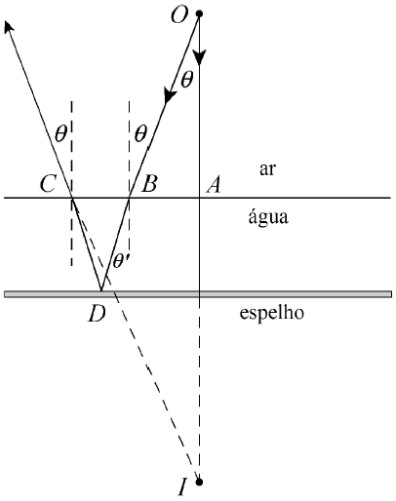
Capítulo 34

34-5
PENSE Este problema envolve a refração de um raio luminoso em uma interface ar-água e a reflexão do mesmo raio em um espelho plano.

EXPRESSE De acordo com a lei de Snell, temos:

$$\frac{\operatorname{sen}\theta}{\operatorname{sen}\theta'} = \frac{n_{\text{água}}}{n_{\text{ar}}}$$

que em nosso caso se reduz a $\theta' \approx \theta/n_{\text{água}}$, já que θ e θ' são pequenos e $n_{\text{ar}} \approx 1$.



Na figura acima, o objeto O está a uma distância vertical d_1 acima da água, e a superfície da água está a uma distância vertical d_2 acima do espelho. A imagem é formada no ponto I, a uma distância d abaixo do espelho.

No triângulo OAB,

$$|AB| = d_1 \tan\theta \approx d_1\theta$$

e, no triângulo CBD,

$$|BC| = 2d_2 \tan\theta' \approx 2d_2\theta' \approx \frac{2d_2\theta}{n_{\text{água}}}.$$

Finalmente, no triângulo ACI, $|AI| = d + d_2$.

ANALISE Temos:

$$d = |AI| - d_2 = \frac{|AC|}{\tan\theta} - d_2 \approx \frac{|AB| + |BC|}{\theta} - d_2 = \left(d_1\theta + \frac{2d_2\theta}{n_w}\right)\frac{1}{\theta} - d_2$$

$$= d_1 + \frac{2d_2}{n_w} - d_2 = 250\text{ cm} + \frac{2(200\text{ cm})}{1{,}33} - 200\text{ cm} = 351\text{ cm}.$$

APRENDA Se a piscina estivesse vazia, teríamos $\theta = \theta'$ e a distância seria

$$d = d_1 + 2d_2 - d_2 = d_1 + d_2,$$

como era de se esperar de um espelho plano.

34-47

PENSE Podemos usar a equação do fabricante de lentes para analisar o problema.

EXPRESSE A equação do fabricante de lentes é a Eq. 34-10:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right),$$

na qual f é a distância focal, n é o índice de refração, r_1 é o raio de curvatura da primeira superfície encontrada pela luz e r_2 é o raio de curvatura da segunda superfície. Como uma das superfícies tem um raio de curvatura duas vezes maior que a outra e uma das superfícies é convexa em relação à luz incidente enquanto a outra é côncava, fazemos $r_2 = -2r_1$ para obter

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{2r_1}\right) = \frac{3(n-1)}{2r_1}.$$

ANALISE (a) Explicitando r_1 na equação acima, obtemos

$$r_1 = \frac{3(n-1)f}{2} = \frac{3(1{,}5-1)(60\text{ mm})}{2} = 45\text{ mm}.$$

(b) O valor absoluto do raio maior é $|r_2| = 2r_1 = 90$ mm.

APRENDA Uma imagem de um objeto pode ser formada por uma lente porque a lente produz um desvio dos raios luminosos, mas esse desvio só acontece se o índice de refração da lente é diferente do índice de refração do meio no qual a luz está se propagando.

34-83

PENSE Em um sistema de duas lentes, a imagem formada pela lente 1 pode ser considerada como o "objeto" da lente 2.

EXPRESSE Para analisar um sistema de duas lentes, ignoramos inicialmente a lente 2, e usamos o método convencional para analisar um sistema de uma lente. A distância do objeto, p_1, a distância da imagem, i_1, e a distância focal, f_1, estão relacionadas através da equação

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{i_1}.$$

Em seguida, ignoramos a lente 1 e tratamos a imagem formada pela lente 1 como objeto da lente 2. Nesse caso, a distância do objeto, p_2, é a distância entre a lente 2 e a posição da imagem formada pela lente 1. A posição da imagem final, i_2, é obtida resolvendo a equação

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{i_2}$$

na qual f_2 é a distância focal da lente 2.

ANALISE (a) Como a lente 1 é convergente, $f_1 = +9$ cm e a distância da imagem é

$$i_1 = \frac{p_1 f_1}{p_1 - f_1} = \frac{(20\text{ cm})(9\text{ cm})}{20\text{ cm} - 9\text{ cm}} = 16{,}4\text{ cm}.$$

Essa imagem serve de "objeto" para a lente 2, com uma distância do objeto dada por $p_2 = d - i_1 = -8{,}4$ cm. O sinal negativo significa que o "objeto" está atrás da lente 2. Resolvendo a equação das lentes delgadas, obtemos

$$i_2 = \frac{p_2 f_2}{p_2 - f_2} = \frac{(-8{,}4\text{ cm})(5{,}0\text{ cm})}{-8{,}4\text{ cm} - 5{,}0\text{ cm}} = 3{,}13\text{ cm}.$$

(b) A ampliação total é $M = m_1 m_2 = (-i_1 / p_1)(-i_2 / p_2) = i_1 i_2 / p_1 p_2 = -0{,}31$.

(c) O fato de que a distância (final) da imagem é positiva significa que a imagem é real (R).

(d) O fato de que a ampliação total é negativa significa que a imagem é invertida (I).

(e) A imagem está do lado oposto (O) em relação à lente 2.

APRENDA Como a solução deste problema envolve um valor negativo de p_2 (e, talvez, outras considerações "pouco intuitivas"), vale a pena acrescentar algumas explicações adicionais. A lente 1 faz os raios luminosos convergirem em direção a uma imagem (que não chega a se formar por causa da lente 2) que seria real e invertida (e estaria 8,4 cm atrás da lente 2). A lente 2 faz esses raios convergirem mais rapidamente, de modo que a imagem se forma um pouco mais perto da lente 1 do que se a lente 2 não estivesse presente.