

GABARITO EXERCÍCIOS ADICIONAIS LISTA 1 FÍSICA IV
Óptica geométrica (9 edição do Halliday)

Capítulo 34

4. No momento em que S consegue ver B , os raios luminosos provenientes de B estão sendo refletidos pela borda do espelho em direção a S . Nesse caso, o ângulo de reflexão é 45° , já que uma reta traçada de S até a borda do espelho faz um ângulo de 45° com a parede. De acordo com a lei de reflexão de espelhos planos,

$$\frac{x}{d/2} = \tan 45^\circ = 1 \Rightarrow x = \frac{d}{2} = \frac{3,0 \text{ m}}{2} = 1,5 \text{ m}.$$

17. (a) O fato de que o espelho é côncavo é informado na tabela.

(b) $f = +20 \text{ cm}$ (positiva, porque o espelho é côncavo).

(c) $r = 2f = 2(+20 \text{ cm}) = +40 \text{ cm}$.

(d) A distância do objeto $p = +10 \text{ cm}$ é dada na tabela.

(e) A distância da imagem é $i = (1/f - 1/p)^{-1} = (1/20 \text{ cm} - 1/10 \text{ cm})^{-1} = -20 \text{ cm}$.

(f) A ampliação lateral é $m = -i/p = -(-20 \text{ cm}/10 \text{ cm}) = +2,0$.

(g) A imagem é virtual (V).

(h) A imagem é não invertida (NI).

(i) A imagem é formada do lado oposto do espelho (O).

18. (a) Como a imagem é invertida, o espelho é côncavo.

(b) Como a imagem é invertida, a ampliação lateral m é negativa: $m = -0,50$. Como $p = +24 \text{ cm}$, a Eq. 34-6 nos dá $i = -pm = -(24 \text{ cm})(-0,5) = +12 \text{ cm}$ e a Eq. 34-4 nos dá $f = pi/(p+1) = (24 \text{ cm})(12 \text{ cm})/(24 \text{ cm} + 12 \text{ cm}) = +8 \text{ cm}$.

(c) De acordo com a Eq. 34-3, $r = 2f = +16 \text{ cm}$.

(d) A distância $p = +24 \text{ cm}$ é dada na tabela.

(e) Como foi no item (b), $i = +12 \text{ cm}$.

(f) Como foi visto no item (b), $m = -0,50$.

(g) Como $i > 0$, a imagem é real (R).

(h) A tabela informa que a imagem é invertida (I).

(i) Como a imagem é real, é formada do mesmo lado do espelho (M).

19. (a) De acordo com a Eq. 34-3, como $r < 0, f < 0$ e o espelho é convexo.

(b) De acordo com a Eq. 34-3, $f = r/2 = -20$ cm.

(c) Como informa a tabela, $r = -40$ cm.

(d) De acordo com a Eq. 34-4, $p = +20$ cm.

(e) A distância $i = -10$ cm é dada na tabela.

(f) De acordo com a Eq. 34-6, $m = +0,50$.

(g) Como $i < 0$, a imagem é virtual (V).

(h) Como m é positivo, a imagem é não invertida (NI).

(i) Como a imagem é virtual, é formada do outro lado do espelho (O).

20. (a) De acordo com a Eq. 34-7, $i = -mp = -(-0,70)(+40 \text{ cm}) = +28$ cm, o que significa que a imagem é real (R) e está do mesmo lado do espelho (M). Como $m < 0$, a imagem é invertida (I). De acordo com a Eq. 34-4, $f = ip/(i + p) = (28 \text{ cm})(40 \text{ cm})/(28 \text{ cm} + 40 \text{ cm}) = +16 \text{ cm} > 0$, o que significa que o espelho é côncavo.

(b) $f = ip/(i + p) = +16$ cm.

(c) $r = 2f = +32$ cm.

(d) Como informa a tabela, $p = +40$ cm.

(e) $i = -mp = +28$ cm.

(f) Como informa a tabela, $m = -0,70$.

(g) A imagem é real (R).

(h) A imagem é invertida (I).

(i) A imagem é formada do mesmo lado do espelho (M).

21. (a) Como $f > 0$, o espelho é côncavo.

(b) Como informa a tabela, $f = +20$ cm.

(c) De acordo com a Eq. 34-3, $r = 2f = +40$ cm.

(d) Como informa a tabela, $p = +10$ cm.

(e) De acordo com a Eq. 34-4, $i = pf/(p - f) = +60$ cm.

(f) De acordo com a Eq. 34-6, $m = -i/p = -2,0$.

(g) Como $i > 0$, a imagem é real (R).

(h) Como $m < 0$, a imagem é invertida (I).

(i) Como a imagem é real, é formada do mesmo lado do espelho (M).

22. (a) Como $0 < m < 1$, a imagem é não invertida e menor que o objeto, o que significa que o espelho é convexo.

(b) Como o espelho é convexo, $f = -20$ cm.

(c) De acordo com a Eq. 34-3, $r = 2f = -40$ cm.

(d) Para obter os valores de i e p , usamos as Eqs. 34-4 e 34-6 para formar um sistema de duas equações com duas incógnitas, cuja solução é $p = +180$ cm = +1,8 m e $i = -18$ cm.

(e) Como foi visto no item (d), $i = -18$ cm.

(f) $m = +0,10$, dada na tabela.

(g) Como $i < 0$, a imagem é virtual (V).

(h) Como foi visto no item (a), a imagem é não invertida (NI).

(i) Como a imagem é virtual, é formada do lado oposto do espelho (O).

23. (a) Como $0 < m < 1$, a imagem é não invertida e menor que o objeto, o que significa que o espelho é convexo.

(b) Como o espelho é convexo, $f = -30$ cm.

(c) De acordo com a Eq. 34-3, $r = 2f = -60$ cm.

(d) Para obter os valores de i e p , usamos as Eqs. 34-4 e 34-6 para formar um sistema de duas equações com duas incógnitas, cuja solução é $p = +120$ cm = +1,2 m e $i = -24$ cm.

(e) Como foi visto no item (d), $i = -24$ cm.

(f) Como informa a tabela, $m = +0,20$.

(g) Como $i < 0$, a imagem é virtual (V).

(h) Como foi visto no item (a), a imagem é não invertida (NI).

(i) Como a imagem é virtual, é formada do outro lado do espelho (O).

24. (a) Como $m < 0$, a imagem é invertida. Isso significa que o espelho é côncavo.

(b) De acordo com a Eq. 34-6, $i = -mp = -(-0,50)(+60$ cm) = +30 cm e, portanto, $f = ip/(i + p) = +20$ cm.

(c) $r = 2f = +40$ cm.

(d) Como informa a tabela, $p = 60$ cm.

(e) Como foi visto no item (b), $i = +30$ cm.

(f) Como informa a tabela, $m = -0,50$.

(g) Como $i > 0$, a imagem é real (R).

(h) Como foi visto no item (a), a imagem é invertida (I).

(i) Como a imagem é real, é formada do mesmo lado do espelho (M).

25. (a) Como informa a tabela, a imagem é invertida (I), o que significa que o espelho é côncavo, a imagem é real (R) e a ampliação lateral é negativa. De acordo com a Eq. 34-6, $i = -mp = -(-0,40)(+30 \text{ cm}) = +12$ cm.

(b) $f = ip/(i + p) = +8,6$ cm.

(c) $r = 2f = +17,2$ cm $\approx +17$ cm.

(d) Como informa a tabela, $p = +30$ cm.

(e) Como foi visto no item (a), $i = +12$ cm.

(f) Como foi visto no item (a), $m = -0,40$.

(g) Como foi visto no item (a), a imagem é real (R).

(h) Como informa a tabela, a imagem é invertida (I).

(i) Como a imagem é real, é formada do mesmo lado do espelho (M).

26. (a) Como informa a tabela, a imagem é formada do mesmo lado do espelho, o que significa que a imagem é real (R), o espelho é côncavo e a distância focal é positiva.

(b) A distância focal é $f = +20$ cm.

(c) O raio de curvatura é $r = 2f = +40$ cm.

(d) Como informa a tabela, $p = +60$ cm.

(e) De acordo com a Eq. 34-4, $i = pf/(p - f) = +30$ cm.

(f) De acordo com a Eq. 34-6, $m = -i/p = -0,50$.

(g) Como foi visto no item (a), a imagem é real (R).

(h) Como $m < 0$, a imagem é invertida (I).

(i) Como a imagem é real, é formada do mesmo lado do espelho.

27. (a) O fato de que a distância focal é negativa significa que o espelho é convexo.

(b) Como informa a tabela, $f = -30$ cm.

(c) $r = 2f = -60$ cm.

(d) $p = if/(i - f) = +30 \text{ cm}$.

(e) Como informa a tabela, $i = -15$.

(f) $m = -i/p = +0,50$.

(g) Como $i < 0$, a imagem é virtual (V).

(h) Como $m > 0$, a imagem é não invertida (NI).

(i) Como a imagem é virtual, é formada do outro lado do espelho.

28. (a) O fato de que a ampliação lateral é $+1,0$ significa que o espelho é plano.

(b) Como o espelho é plano, $f = \infty$ (ou $f = -\infty$, já que o sinal não importa neste caso extremo).

(c) $r = 2f = \infty$ (ou $r = -\infty$).

(d) Como informa a tabela, $p = +10 \text{ cm}$.

(e) $i = pf/(p - f) = -10 \text{ cm}$.

(f) $m = -i/p = +1,0$.

(g) Como $i < 0$, a imagem é virtual (V).

(h) Como $m > 0$, a imagem é não invertida (NI).

(i) Como a imagem é virtual, é formada do mesmo lado do espelho (M).

29. (a) Como informa a tabela, o espelho é convexo.

(b) Como o espelho é convexo, $r = -40 \text{ cm}$ e a distância focal é $f = r/2 = (-40 \text{ cm})/2 = -20 \text{ cm}$.

(c) Como foi visto no item (b), $r = -40 \text{ cm}$.

(d) O fato de que o espelho é convexo significa que $i = +4,0 \text{ cm}$. Nesse caso, de acordo com a Eq. 34-4, $p = if/(i - f) = (-4,0 \text{ cm})(-20 \text{ cm})/[-4,0 \text{ cm} - (-20 \text{ cm})] = 5,0 \text{ cm}$.

(e) Como foi visto no item (d), $i = -4,0 \text{ cm}$.

(f) $m = -i/p = -(-4,0 \text{ cm})/(5,0 \text{ cm}) = +0,80$.

(g) Como $i < 0$, a imagem é virtual (V).

(h) Como $m > 0$, a imagem é não invertida (NI).

(i) Como a imagem é virtual, é formada do outro lado do espelho (O).

39. (a) De acordo com a Eq. 34-8, fazendo $n_1 = n_{\text{ar}} = 1,00$, $n_2 = n$, $p = \infty$ e $i = 2r$,

$$\frac{1,00}{\infty} + \frac{n}{2r} = \frac{n-1}{r} \Rightarrow n = 2,00.$$

(b) Para $i = r$, a Eq. 34-8 se torna

$$\frac{n}{r} = \frac{n-1}{r},$$

que não tem solução, a não ser para $n \rightarrow \infty$ ou $r \rightarrow \infty$. Isto significa que não é possível focalizar os raios luminosos no centro da esfera.

80. (a) De acordo com a Eq. 34-9, a posição da imagem da lente 1 (cuja distância focal, já que se trata de uma lente convergente, é $f_1 = +15$ cm) é $i_1 = -30$ cm. Esta imagem serve de objeto para a lente 2 (cuja distância focal é $f_2 = +8$ cm), com $p_2 = d - i_1 = 10$ cm $- (-30$ cm) = 40 cm. Assim, de acordo com a Eq. 34-9 (aplicada à lente 2), $i_2 = +10$ cm.

(b) De acordo com a Eq. 34-11, $M = m_1 m_2 = (-i_1/p_1)(-i_2/p_2) = i_1 i_2 / p_1 p_2 = -0,75$.

(c) Como $i_2 > 0$, a imagem é real (R).

(d) Como $M < 0$, a imagem é invertida (I).

(e) Como a imagem é real, é formada do lado oposto da lente 2 (O).

81. (a) De acordo com a Eq. 34-9, a posição da imagem da lente 1 (cuja distância focal, já que se trata de uma lente convergente, é $f_1 = +8$ cm) é $i_1 = 24$ cm. Esta imagem serve de objeto para a lente 2 (cuja distância focal é $f_2 = +6$ cm), com $p_2 = d - i_1 = 32$ cm $- 24$ cm) = 8 cm. Assim, de acordo com a Eq. 34-9 (aplicada à lente 2), $i_2 = +24$ cm.

(b) De acordo com a Eq. 34-11, $M = m_1 m_2 = (-i_1/p_1)(-i_2/p_2) = i_1 i_2 / p_1 p_2 = +6,0$.

(c) Como $i_2 > 0$, a imagem é real (R).

(d) Como $M > 0$, a imagem é não invertida (NI).

(e) Como a imagem é real, é formada do lado oposto da lente 2 (O).

82. (a) De acordo com a Eq. 34-9, a posição da imagem da lente 1 (cuja distância focal, já que se trata de uma lente divergente, é $f_1 = -6$ cm) é $i_1 = -3,4$ cm. Esta imagem serve de objeto para a lente 2 (cuja distância focal é $f_2 = +6$ cm), com $p_2 = d - i_1 = 12$ cm $- (-3,4$ cm) = 15,4 cm. Assim, de acordo com a Eq. 34-9 (aplicada à lente 2), $i_2 = +9,8$ cm.

(b) De acordo com a Eq. 34-11, $M = -0,27$.

(c) Como $i_2 > 0$, a imagem é real (R).

(d) Como $M < 0$, a imagem é invertida (I).

(e) Como a imagem é real, é formada do lado oposto da lente 2 (O).

83. (a) De acordo com a Eq. 34-9, a posição da imagem da lente 1 (cuja distância focal, já que se trata de uma lente convergente, é $f_1 = +9,0$ cm) é $i_1 = +16,4$ cm. Esta imagem serve de objeto para a lente 2 (cuja distância focal é $f_2 = +5$ cm), com $p_2 = d - i_1 = 8,0$ cm $- (16,4$ cm) = $-8,4$ cm. Assim, de acordo com a Eq. 34-9 (aplicada à lente 2), $i_2 = +3,1$ cm.

(b) De acordo com a Eq. 34-11, $M = -0,31$.

(c) Como $i_2 > 0$, a imagem é real (R).

(d) Como $M < 0$, a imagem é invertida (I).

(e) Como a imagem é real, é formada do lado oposto da lente 2 (O).

Como este resultado envolve um valor negativo de p_2 (e, talvez, outros aspectos “não intuitivos”, vale a pena acrescentar alguns comentários. A lente 1 faz os raios convergirem para uma imagem (que não chega a se formar, pois, antes que isso aconteça, os raios encontram a lente 2) que seria real e invertida (e estaria situada a 8,4 cm de distância da posição da lente 2). A lente 2 faz os raios convergirem mais rapidamente, de modo que a imagem é formada mais perto do objeto inicial do que se a lente 2 não estivesse presente.

84. (a) De acordo com a Eq. 34-9, a posição da imagem da lente 1 (cuja distância focal, já que se trata de uma lente convergente, é $f_1 = +12,0$ cm) é $i_1 = +60$ cm. Esta imagem serve de objeto para a lente 2 (cuja distância focal é $f_2 = +10$ cm), com $p_2 = d - i_1 = 67$ cm $- 60$ cm = 7 cm. Assim, de acordo com a Eq. 34-9 (aplicada à lente 2), $i_2 = -23$ cm.

(b) De acordo com a Eq. 34-11, $M = -13$.

(c) Como $i_2 < 0$, a imagem é virtual (V).

(d) Como $M < 0$, a imagem é invertida (I).

(e) Como a imagem é virtual, é formada do mesmo lado da lente 2 (M).

85. (a) De acordo com a Eq. 34-9, a posição da imagem da lente 1 (cuja distância focal, já que se trata de uma lente convergente, é $f_1 = +6$ cm) é $i_1 = -12$ cm. Esta imagem serve de objeto para a lente 2 (cuja distância focal é $f_2 = -6$ cm), com $p_2 = d - i_1 = 8,0$ cm $- (-12$ cm) = 20 cm. Assim, de acordo com a Eq. 34-9 (aplicada à lente 2), $i_2 = -4,6$ cm.

(b) De acordo com a Eq. 34-11, $M = +0,69$.

(c) Como $i_2 < 0$, a imagem é virtual (V).

(d) Como $M > 0$, a imagem é não invertida (NI).

(e) Como a imagem é virtual, é formada do mesmo lado da lente 2 (M).

86. (a) De acordo com a Eq. 34-9, a posição da imagem da lente 1 (cuja distância focal, já que se trata de uma lente convergente, é $f_1 = +8,0$ cm) é $i_1 = +24$ cm. Esta imagem serve de objeto para a lente 2 (cuja distância focal é $f_2 = -8$ cm), com $p_2 = d - i_1 = 30$ cm $- 24$ cm = 6 cm. Assim, de acordo com a Eq. 34-9 (aplicada à lente 2), $i_2 = -3,4$ cm.

(b) De acordo com a Eq. 34-11, $M = -1,1$.

(c) Como $i_2 < 0$, a imagem é virtual (V).

(d) Como $M < 0$, a imagem é invertida (I).

(e) Como a imagem é virtual, é formada do mesmo lado da lente 2 (M).

87. (a) De acordo com a Eq. 34-9, a posição da imagem da lente 1 (cuja distância focal, já que se trata de uma lente divergente, é $f_1 = -12,0$ cm) é $i_1 = -7,5$ cm. Esta imagem serve de objeto para a lente 2 (cuja distância focal é $f_2 = -10$ cm), com $p_2 = d - i_1 = 10$ cm $- (-7,5$ cm) = $17,5$ cm. Assim, de acordo com a Eq. 34-9 (aplicada à lente 2), $i_2 = -5,5$ cm.

(b) De acordo com a Eq. 34-11, $M = +0,12$.

(c) Como $i_2 < 0$, a imagem é virtual (V).

(d) Como $M > 0$, a imagem é não invertida (NI).

(e) Como a imagem é virtual, é formada do mesmo lado da lente 2 (M).

91. (a) Quando o olho está relaxado, o cristalino focaliza objetos distantes na retina, a uma distância i do cristalino. Fazendo $p = \infty$ na equação das lentes delgadas, obtemos $1/i = 1/f$, na qual f é a distância focal do cristalino relaxado. Assim, $i = f = 2,50$ cm. Quando o olho focaliza objetos mais próximos, a distância da imagem permanece a mesma, mas a distância do objeto e a distância focal mudam. Se p é a nova distância do objeto e f' é a nova distância focal, temos:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f'}$$

Fazendo $i = 2,5$ cm e explicitando f' , obtemos:

$$f' = \frac{pf}{f+p} = \frac{(40,0 \text{ cm})(2,50 \text{ cm})}{40,0 \text{ cm} + 2,50 \text{ cm}} = 2,35 \text{ cm}.$$

(b) De acordo com a equação do fabricante de lentes,

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

na qual r_1 e r_2 são os raios de curvatura das duas superfícies da lente e n é o índice de refração do material da lente. No caso da lente mostrada na Fig. 34-46, r_1 e r_2 têm aproximadamente o mesmo valor absoluto, r_1 é positivo e r_2 é negativo. Para que a distância focal diminua, a diferença $(1/r_1) - (1/r_2)$ deve aumentar. Para isso, é preciso que o valor absoluto dos raios diminua.