Kapitel 34

3. När S precis är synlig för B i spegeln är det i kanten på spegeln. Reflektionsvinkeln är då 45°. Vi får då:

$$\frac{x}{d/2} = \tan 45° = 1 \quad \Rightarrow \quad x = \frac{d}{2} = \frac{3.0\,\text{m}}{2} = 1.5\,\text{m}.$$

33. (a) Vi använder här ekvation 34-8, $\frac{n_1}{p} = \frac{n_2}{i} = \frac{n_2 - n_1}{r}$

där $n_1 = n_{\text{luft}} = 1.00$, $n_2 = n$, $p = \infty$, och $i = 2r$:

$$\frac{1.00}{\infty} + \frac{n}{2r} = \frac{n-1}{r}.$$

Vi löser för det okända brytningsindexet: $n = 2.00$.

(b) Med $i = r$ blir ekv. 34-8:

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

Vilket inte går att lösa om inte $n \to \infty$ eller $r \to \infty$. Det är alltså omöjligt att fokusera till mitten på sfären.

45. Vi löser ekv. 34-9 för att få fram bildavståndet:

$$i = \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{p}\right)^{-1} = \frac{fp}{p-f}.$$

Höjden på bilden blir då

$$h_i = mh_p = \left(\frac{i}{p}\right)h_p = \frac{fh_p}{p-f} = \frac{(75\ \text{mm})(1.80\ \text{m})}{27\ \text{m} - 0.075\ \text{m}} = 5.0\ \text{mm}.$$

49. (a) Vi använder Eq. 34-10:

$$f = \left[(n-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)\right]^{-1} = \left[(1.5-1)\left(\frac{1}{\infty}-\frac{1}{-20\text{ cm}}\right)\right]^{-1} = +40\text{ cm}.$$

(b) Från Ekv. 34-9 får vi,

$$i = \left(\frac{1}{f}-\frac{1}{p}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{40\text{ cm}}-\frac{1}{40\text{ cm}}\right)^{-1} = \infty.$$

88. Okularets minsta diameter fås från

$$d_{\text{ey}} = \frac{d_{\text{ob}}}{m_\theta} = \frac{75\text{ mm}}{36} = 2.1\text{ mm}.$$

89. (a) Om L är avståndet mellan linserna blir tublängden enligt Fig 34-20:

$$s = L - f_{\text{ob}} - f_{\text{ey}} = 25.0\text{ cm} - 4.00\text{ cm} - 8.00\text{ cm} = 13.0\text{ cm}.$$

(b) Vi löser ekvationen $(1/p) + (1/i) = (1/f_{\text{ob}})$ för p. Bildavståndet är

$$i = f_{\text{ob}} + s = 4.00\text{ cm} + 13.0\text{ cm} = 17.0\text{ cm},$$

vilket ger

$$p = \frac{if_{\text{ob}}}{i - f_{\text{ob}}} = \frac{(17.0\text{ cm})(4.00\text{ cm})}{17.0\text{ cm} - 4.00\text{ cm}} = 5.23\text{ cm}.$$

(c) Objektivets förstoring är

$$m = -\frac{i}{p} = -\frac{17.0\text{ cm}}{5.23\text{ cm}} = -3.25.$$

(d) Okularets vinkelförstoring ges av

$$m_\theta = \frac{25\text{ cm}}{f_{\text{ey}}} = \frac{25\text{ cm}}{8.00\text{ cm}} = 3.13.$$

(e) Den totala förstoringen ges av produkten

$$M = mm_\theta = (-3.25)(3.13) = -10.2.$$

93. (a) När ögat är avslappnat fokuserar det föremål i oändligheten på näthinnan. Vi sätter därför $p = \infty$ i tunna lins formeln och får $1/i = 1/f$, där f fokallängden på den avslappnade linsen. Alltså, $i = f = 2.50$ cm. När ögat fokuserar på närmre objekt ändras

objektsavståndet och fokallängden men inte bildavståndet. Om p är det nya objektsavståndet och f' är nya fokallängden får vi:

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

Vi ersätter $i = f$ och löser för f':

$$f'=\frac{pf}{f+p}=\frac{(40.0\text{ cm})(2.50\text{ cm})}{40.0\text{ cm}+2.50\text{ cm}}=2.35\text{ cm}.$$

(b) Om vi utgår från linsmakarformeln:

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

där r_1 och r_2 är krökningsradien för de två ytorna på linsen och n är brytningsindex för materialet i linse. I linsen i Fig. 34-45 verkar r_1 och r_2 vara ungefär lika stora, r_1 är positiv och r_2 negativ. Eftersom fokallängden minskar måste $(1/r_1) - (1/r_2)$ öka viket innebär att radierna måste minska.

105. Ett objekt som ligger långt bort kommer hamna i fokalpunkten för den komposita linsen dvs. $i = f$, där f är fokallängden för den komposita linsen. Den slutgiltiga bilden skapas av de två linserna där bilden för första linsen är objekt till andra linsen. För första linsen får vi, $(1/p_1) + (1/i_1) = (1/f_1)$, där f_1 är fokallängden för första linsen och i_1 är bildavståndet för första linsen. Eftersom $p_1 = \infty$, $i_1 = f_1$. Vi använder nu tunnlinsformeln på lins två och får $(1/p_2) + (1/i_2) = (1/f_2)$, där p_2 är objektsavståndet, i_2 är bildavståndet, och f_2 är fokallängden för andra linsen. Om tjockleken på linserna kan bortses från blir objektsavståndet för andra linsen $p_2 = -i_1$. Minustecknet innebär att objektet ligger bortom andra linsen. Objektet är alltså virtuellt för andra linsen. I tunnlinsformeln ersätter vi p_2 med $-f_1$ och i_2 med f och får

$$-\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f}=\frac{1}{f_2}$$

Vilket kan skrivas

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}=\frac{f_1+f_2}{f_1 f_2}.$$

Och inverterar vi detta får vi följande v.s.v.

$$f=\frac{f_1 f_2}{f_1+f_2}.$$

121. (a) Antag att ena änden av objektet ligger på avståndet p från spegeln och den andra ligger på avståndet $p + L$. Bildavståndet i_1 för första änden ges av

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{i_1}=\frac{1}{f}$$

där f är fokallängden för spegeln. Alltså,

$$i_1=\frac{f_p}{p-f}.$$

Bildavståndet för andra änden blir då

$$i_2=\frac{f(p+L)}{p+L-f},$$

Vilket ger bildlängden:

$$L'=i_1-i_2=\frac{fp}{p-f}-\frac{f(p+L)}{p+L-f}=\frac{f^2L}{(p-f)(p+L-f)}.$$

Eftersom objektet är kort jämfört med $p - f$, dvs ($L << p - f$) kan vi skita i L i nämnaren och får då

$$L'=L\left(\frac{f}{p-f}\right)^2.$$

(b) Den longitudinella förstoringen är $m = -i/p$ och eftersom $i = fp/(p - f)$, kan det skrivas $m = -f/(p - f)$. The longitudinal magnification is

$$m'=\frac{L'}{L}=\left(\frac{f}{p-f}\right)^2=m^2.$$

122. The water is medium 1, so $n_1 = n_w$ which we simply write as n. The air is medium 2, for which $n_2 \approx 1$. We refer to points where the light rays strike the water surface as A (on the left side of Fig. 34-57) and B (on the right side of the picture). The point midway between A and B (the center point in the picture) is C. The penny P is directly below C, and the location of the "apparent" or Virtual penny is V. We note that the angle $\angle CVB$ (the same as $\angle CVA$) is equal to θ_2, and the angle $\angle CPB$ (the same as $\angle CPA$) is equal to θ_1. The triangles CVB and CPB share a common side, the horizontal distance from C to B (which we refer to as x). Therefore,

$$\tan\theta_2=\frac{x}{d_a} \qquad \text{and} \qquad \tan\theta_1=\frac{x}{d}.$$

Using the small angle approximation (so a ratio of tangents is nearly equal to a ratio of sines) and the law of refraction, we obtain

$$\frac{\tan\theta_2}{\tan\theta_1} \approx \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} \quad \Rightarrow \quad \frac{\frac{x}{d_a}}{\frac{x}{d}} \approx \frac{n_1}{n_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{d}{d_\mathrm{a}} \approx n$$

which yields the desired relation: $d_\mathrm{a} = d/n$.