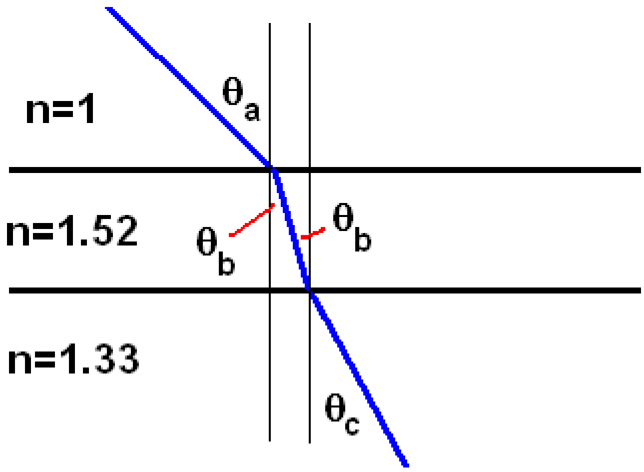
**E33.12**

$$\boldsymbol{n_a \sin\theta_a = n_b \sin\theta_b = n_c \sin\theta_c}$$

a) $\boldsymbol{\sin\theta_c = \frac{1}{1.33}\sin 35,0° \;\Rightarrow \theta_c = 25.5°}$

**b) Denna vinkel är oberoende av glasets brytningsindex**




**E33.13**

**a)** $\boldsymbol{f_0 = f;\quad \lambda_0 = n\lambda;\quad c = nv}$

**b)** $\boldsymbol{f' = f_0 = f;\ \lambda' = \frac{\lambda_0}{n'} = \frac{n\lambda}{n'};\quad v' = \frac{c}{n'} = \frac{nv}{n'}}$

**E33.26**

**a)** $\boldsymbol{= \frac{\sin\theta_a}{\sin\theta_b}}$

**För rött:** $\boldsymbol{= 1.36}$ **För violett:** $\boldsymbol{n = 1.40}$

**b)** $\boldsymbol{= \frac{c}{n}}$

**För rött:** $\boldsymbol{= 2.21 \cdot 10^8\ m/s}$ **För violett:** $\boldsymbol{v = 2.14 \cdot 10^8\ m/s}$

## E33.43

Den kritiska infallsvinkeln vid A: $\sin\theta_{crit} = \frac{1}{n}$

Brytningen vid ovansidan: $\sin\theta_a = n\sin\theta_b$

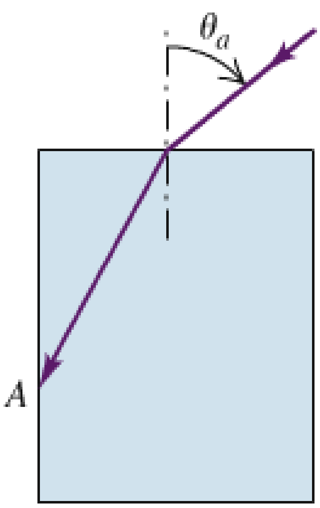
Men $\theta_b = 90° - \theta_{crit} \Rightarrow \sin\theta_a = n\sin(90° - \theta_{crit}) =$
$n\cos\theta_{crit} =$

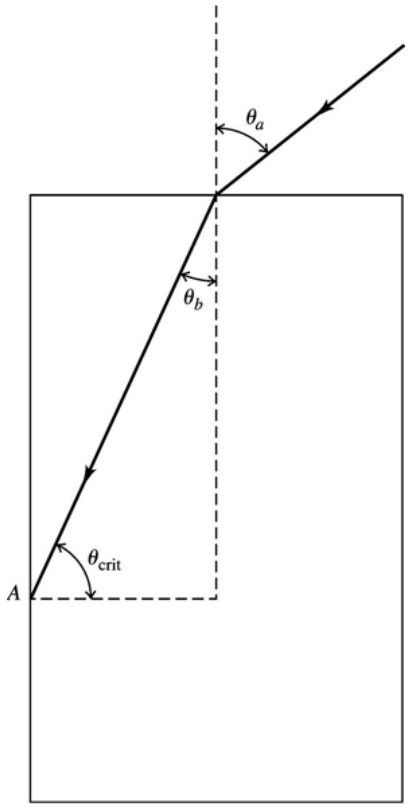
$$= n\sqrt{1-\sin^2\theta_{crit}} = n\sqrt{1-\frac{1}{n^2}} = \sqrt{n^2-1}$$

$\sin\theta_a = 0.951 \;\Rightarrow\; \theta_a = 72.0°$

Om $\theta_a$ är större än $72.0°$ blir infallsvinkeln vid A mindre och vi får ingen totalreflektion.

Figure **P33.43**



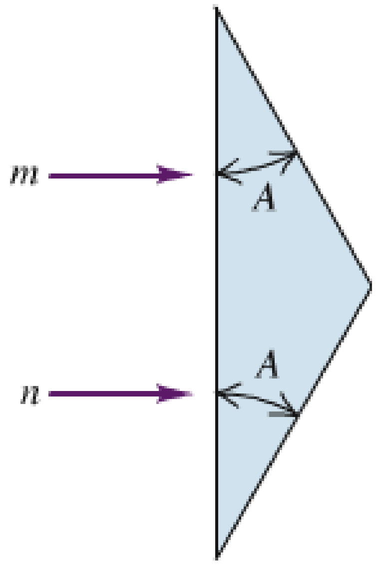

## E33.49

$\tan\theta_a = \frac{1}{2}$; $\quad \tan\theta_b = \frac{1}{4}$; $\quad \sin\alpha = \frac{\tan\alpha}{\sqrt{1+\tan^2\alpha}}$

$\sin\theta_a = \frac{1}{\sqrt{5}}$; $\quad \sin\theta_b = \frac{1}{\sqrt{17}}$

$$n = \frac{\sin\theta_a}{\sin\theta_b} = \sqrt{\frac{17}{5}} = 1.84$$

Figure P33.53

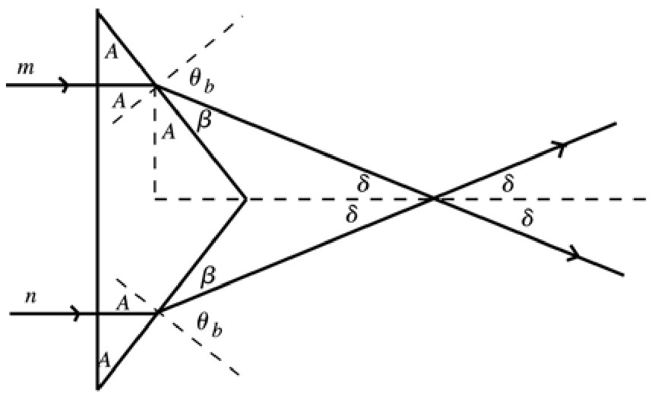



**E33.53**

**Strålarna passerar den första ytan vinkelrätt, d.v.s. ingen brytning.**

**Vid andra sidan blir infallsvinkeln $\boldsymbol{\theta_a = 25.0^\circ}$ och brytningsvinkeln blir**
$\boldsymbol{\sin\theta_r = n\sin\theta_a \;\; \Rightarrow \;\; \theta_r = 44.6^\circ}$

**Den övre strålen kommer därför att peka neråt med vinkeln $\boldsymbol{44.6^\circ - 25.0^\circ = 19.55^\circ}$, jämfört med den ursprungliga riktningen. P.s.s. kommer den undre strålen att peka $\boldsymbol{19.55^\circ}$ uppåt.**
**Den totala skillnaden blir $\boldsymbol{2 \cdot 19.55^\circ = 39.1^\circ}$.**

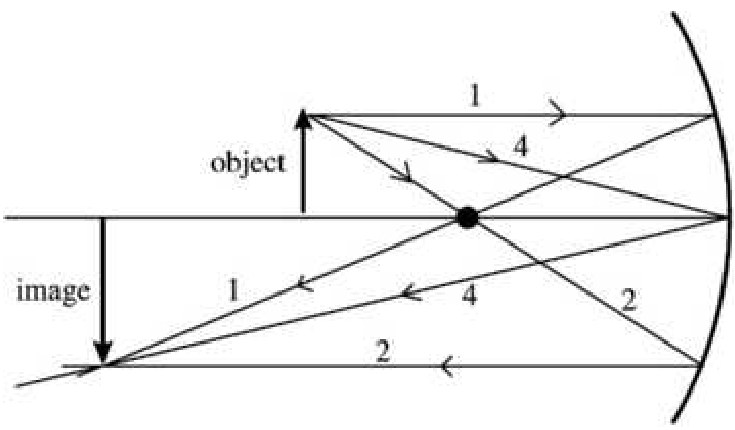



**E34.5**

$\boldsymbol{f = \frac{R}{2} = +11.0\ cm \qquad s' = \frac{sf}{s-f} = +33.0\ cm}$

$\boldsymbol{y' = -\frac{ys'}{s} = -1.20\ cm}$

**Bilden är reell och inverterad**



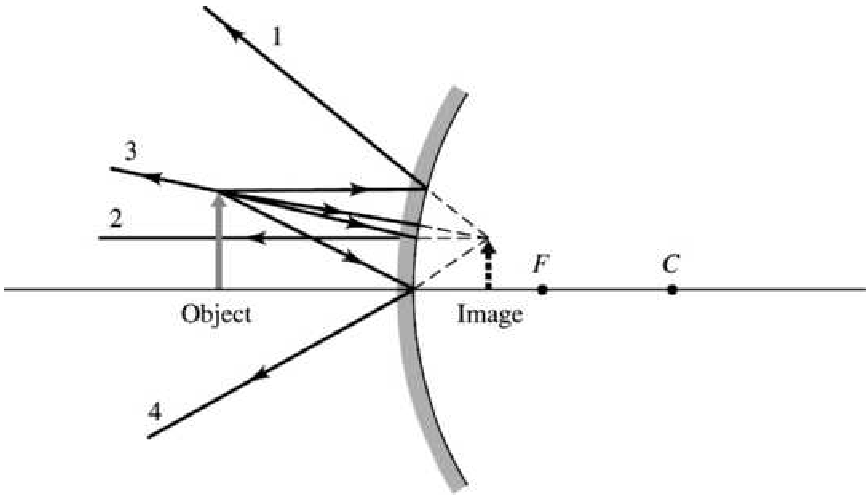
**E34.6**

$$f = \frac{R}{2} = -11.0\ cm$$

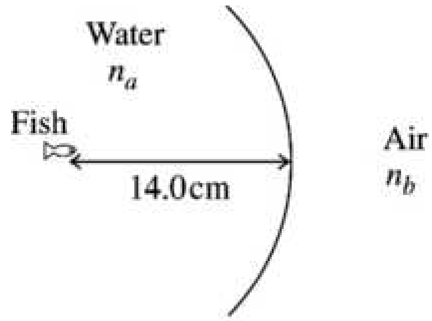
$$s' = \frac{sf}{s-f} = -6.60\ cm$$

$$y' = -\frac{ys\prime}{s} = -0.240\ cm$$

**Bilden är virtuell och rättvänd**




**E34.19**




(a)

**a)** $R = -s$ **och**

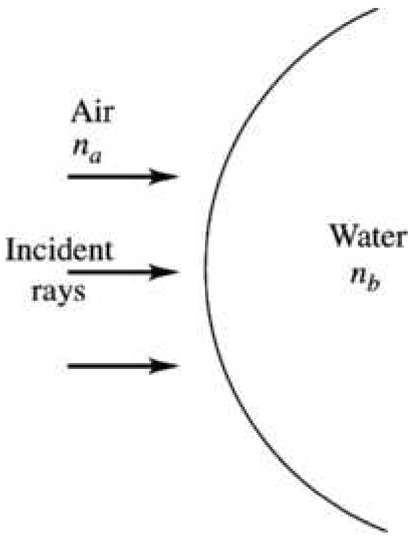
$$\frac{n_a}{s} + \frac{n_b}{s\prime} = \frac{n_b - n_a}{R} \Rightarrow \frac{n_b}{s\prime} = -\frac{n_b - n_a}{s} - \frac{n_a}{s} = -\frac{n_b}{s} \Rightarrow \mathbf{s' = -s = -14.0\ cm}$$

$$m = -\frac{n_a s\prime}{n_b s} = +1.33$$

**b)** $> 0$

$$s \to \infty \Rightarrow \frac{n_b}{s\prime} = \frac{n_b - n_a}{R} \Rightarrow s' = \frac{n_b}{n_b - n_a} R \approx 4R$$

**Brännpunkten ligger utanför skålen.**




(b)

**E34.25**

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right); \quad s' = \frac{sf}{s-f}; \quad y' = my = -\frac{s'y}{s}$$

**a)** $R_1 \to \infty; \; R_2 = -13.0\ cm$

$f = +18.6\ cm; \quad s' = +107\ cm; \quad y' = -1.78\ cm$

**b)** $R_1 = +13.0\ cm; \; R_2 \to \infty$

$f = +18.6\ cm; \quad (s' = +107\ cm; \; y' = -1.78\ cm)$

**Linsen fungerar på samma sätt i båda fallen. Bilden blir reell och rättvänd.**

**E34.26**

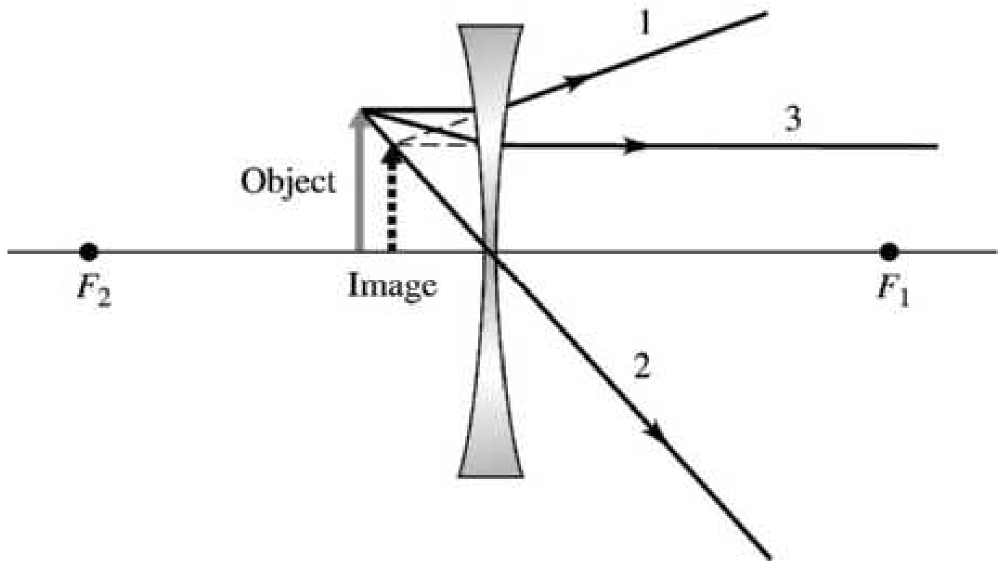
**a)** $s > 0; \quad s' < 0$

$f = \frac{ss'}{s+s'} = -48.0\ \text{cm} \;\; (\text{negativ lins})$

**b)** $y' = -\frac{s'y}{s} = +2.55\ cm$

**Bilden är virtuell och rättvänd.**

**c)**



**E34.31**

$\boldsymbol{s \to \infty \quad \Rightarrow \quad f = s'}$

$\boldsymbol{R_1 = R; \quad R_2 = -R}$

$\boldsymbol{\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{-R}\right) = (n-1)\frac{2}{R} \quad \Rightarrow \quad \mathrm{n} = 1 + \frac{R}{2f} = 1.67}$

**E34.35**

$\boldsymbol{\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)}$

$\boldsymbol{s' = \frac{sf}{s-f}}$

**a)** $\boldsymbol{R_1 = +10.0\ cm; \quad R_2 = -15.0\ cm}$

$\boldsymbol{f = +12.0\ cm; \quad s' = +36.0\ cm}$

**b)** $\boldsymbol{R_1 = +10.0\ cm; \quad R_2 \to \infty}$

$\boldsymbol{f = +20.0\ cm; \quad s' = -180\ cm}$

**c)** $\boldsymbol{R_1 = -10.0\ cm; \quad R_2 + 15.0\ cm}$

$\boldsymbol{f = -12.0\ cm; \quad s' = -7.2\ cm}$

**d)** $\boldsymbol{R_1 = -10.0\ cm; \quad R_2 - 15.0\ cm}$

$\boldsymbol{f = -60.0\ cm; \quad s' = -13.8\ cm}$

**E34.39**

**a)** $\boldsymbol{s' = \frac{sf}{s-f} = +200\ cm; \quad y' = -\frac{ys'}{s} = -4.80\ cm}$

**Vi får en reell, inverterad, 4.80 cm hög bild 200 cm till höger om den första linsen.**

b) $= +100\ cm$; $y = -4.80\ cm$

$$s' = \frac{sf}{s-f} = +150\ cm; \quad y' = -\frac{ys'}{s} = +7.20\ cm$$

**Vi får en reell, rättvänd, 7.20 cm hög bild 150 cm till höger om den andra linsen.**

**Notera att $m_1 = -4.00$ och $m_2 = -1.50$. Den totala förstoringen $m_{12} = m_1 \cdot m_2 = +6.00$**

**E34.40**

a1) $s' = \frac{sf}{s-f} = +200\ cm$; $y' = -\frac{ys'}{s} = -4.80\ cm$

**Vi får en reell, inverterad, 4.80 cm hög bild 200 cm till höger om den första linsen.**

a2) $s = +100\ cm$; $y = -4.80\ cm$

$$s' = \frac{sf}{s-f} = -37.5\ cm; \quad y' = -\frac{ys'}{s} = -1.80\ cm$$

**Vi får en virtuell, inverterad, 1.80 cm hög bild 37.5 cm till vänster om den andra linsen.**

b1) $s' = \frac{sf}{s-f} = -22.2\ cm$; $y' = -\frac{ys'}{s} = +0.533\ cm$

**Vi får en virtuell, rättvänd, 0.533 cm hög bild 22.2 cm till vänster om den första linsen.**

b2) $= +322.2\ cm$; $y = +0.533\ cm$

$$s' = \frac{sf}{s-f} = +73.7\ cm; \quad y' = -\frac{ys'}{s} = -0.122\ cm$$

**Vi får en reell, inverterad, 0.122 cm hög bild 73.7 cm till höger om den andra linsen.**

c1) $s' = \frac{sf}{s-f} = -22.2\ cm$; $y' = -\frac{ys'}{s} = +0.533\ cm$

**Vi får en virtuell, rättvänd, 0.533 cm hög bild 22.2 cm till vänster om den första linsen.**

c2) $= +322.2\ cm$; $y = +0.533\ cm$

$$s' = \frac{sf}{s-f} = -50.6\ cm; \quad y' = -\frac{ys'}{s} = +0.0837\ cm$$

**Vi får en virtuell, rättvänd, 0.0837 cm hög bild 50.6 cm till vänster om den andra linsen.**

**E34.44**

$$s' = \frac{sf}{s-f} = 8,69 \text{ cm}$$
$$y' = -\frac{ys'}{s} = 3.90\ cm$$

**Eftersom filmens dimensioner är mindre än 3.90 cm får han inte plats.**

**E34.53**

**a) Med objektet 25 cm framför ögat ska bilden hamna i ögats närpunkt**

$$f = \frac{1}{B} = 36.36\ cm$$
$$s' = \frac{sf}{s-f} = -80.0 \text{ cm}$$

**Ögats närpunkt är på avståndet 80.0 cm**

**b) Med objektet i oändligheten ska bilden hamna i ögats fjärrpunkt**

$$f = \frac{1}{B} = -76.92\ cm$$
$$s' = \text{f} = -76.9 \text{ cm}$$

**Ögats fjärrpunkt är på avståndet 76.9 cm**

**E34.54**

**a) Personen ifråga är översynt (ser bra på långt håll men inte på korta avstånd)**

**b) Personen ifråga behöver positiva linser**

**c)** $s = 25 \text{ cm};\ \ \text{s}' = -45.0 \text{ cm};\ \ \ f = \frac{ss'}{s+s'} = +56.25\ cm$

$B = +1.78$

## E34.63

a) Bilden ov objektet ska hamna i okularets brännpunkt.

$$s' = 19.7 - 1.8 = 17.9cm$$

$$s = \frac{s' f_{obj}}{s' - f_{obj}} = 8.37 \text{ mm}$$

b) $m_{obj} = -\frac{s'}{s} = -21.4$

c) Okularets vinkelförstoring $M_{ok} = \frac{\sigma}{f_{ok}} = 13.9$

Den totala vinkelförstoringen blir $M = m_{obj} \cdot M_{ok} = -297$

## E34.64

$$f_{obj} = L - f_{ok} = 171\ cm; \quad M = -\frac{f_{obj}}{f_{ok}} = -19.0$$

## E34.66

Vinkeln som Saturnus upptar är när man tittar från jorden är den samma som vinkeln i teleskopets objektiv $\theta = \frac{y'}{f_{obj}} = 9.4 \cdot 10^{-5}\ rad = 0.0054°$