

### E33.12

$$n_a \sin \theta_a = n_b \sin \theta_b = n_c \sin \theta_c$$

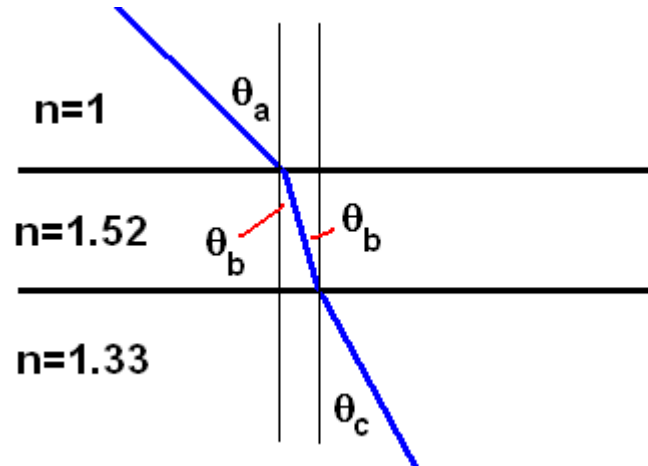
$$a) \sin \theta_c = \frac{1}{1.33} \sin 35,0^\circ \Rightarrow \theta_c = 25.5^\circ$$

b) Denna vinkel är oberoende av glasets brytningsindex

### E33.13

$$a) f_0 = f; \lambda_0 = n\lambda; c = nv$$

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



### E33.26

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

$$\text{För rött: } = 1.36 \quad \text{För violett: } n = 1.40$$

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

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

### E33.43

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

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

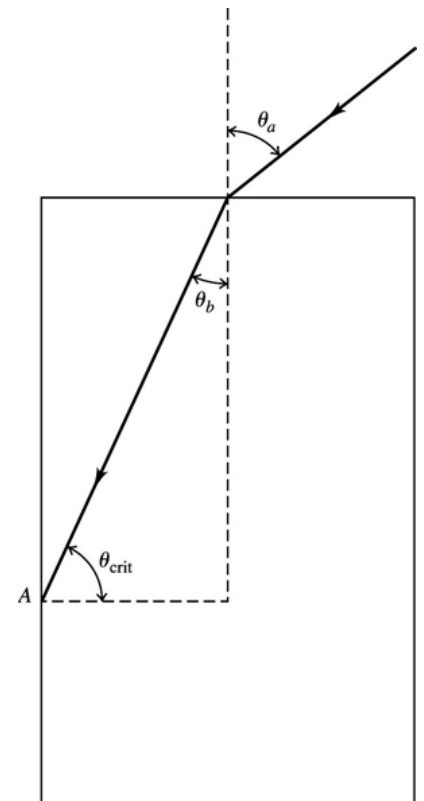
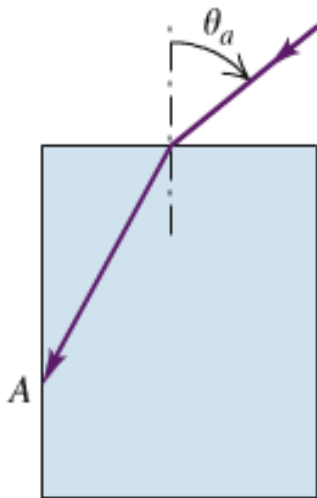
Men  $\theta_b = 90^\circ - \theta_{crit} \Rightarrow \sin \theta_a = n \sin(90^\circ - \theta_{crit}) = n \cos \theta_{crit} =$

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

$$\sin \theta_a = 0.951 \Rightarrow \theta_a = 72.0^\circ$$

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

Figure **P33.43**



### E33.49

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

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

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

E33.53

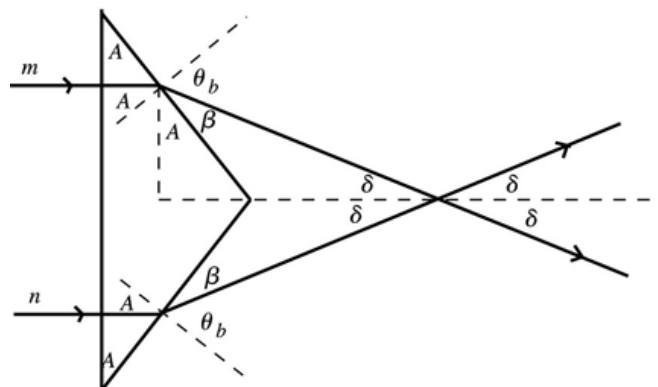
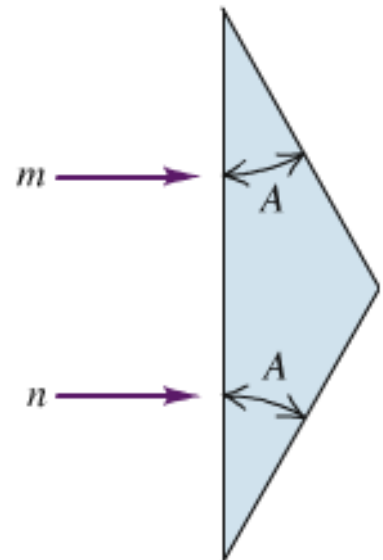
Strålarna passerar den första ytan vinkelrätt, d.v.s. ingen brytning.

Vid andra sidan blir infallsvinkeln  $\theta_a = 25.0^\circ$  och brytningsvinkeln blir

$$\sin \theta_r = n \sin \theta_a \Rightarrow \theta_r = 44.6^\circ$$

Den övre strålen kommer därför att peka neråt med vinkeln  $44.6^\circ - 25.0^\circ = 19.55^\circ$ , jämfört med den ursprungliga riktningen. P.s.s. kommer den undre strålen att peka  $19.55^\circ$  uppåt.

Den totala skillnaden blir  $2 \cdot 19.55^\circ = 39.1^\circ$ .

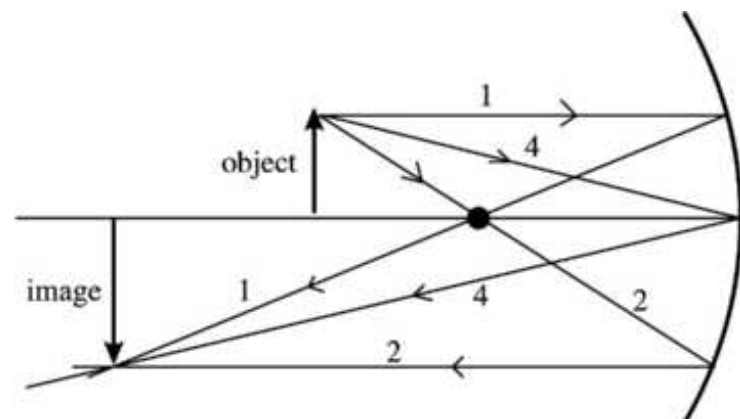


E34.5

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

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

Bilden är reell och inverterad



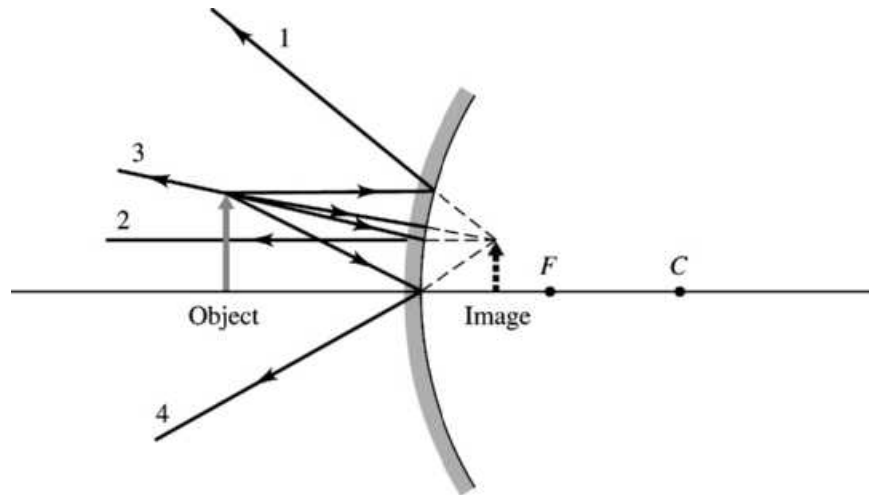
E34.6

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

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

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

Bilden är virtuell och  
rättvänd



E34.19

a)  $R = -s$  och

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

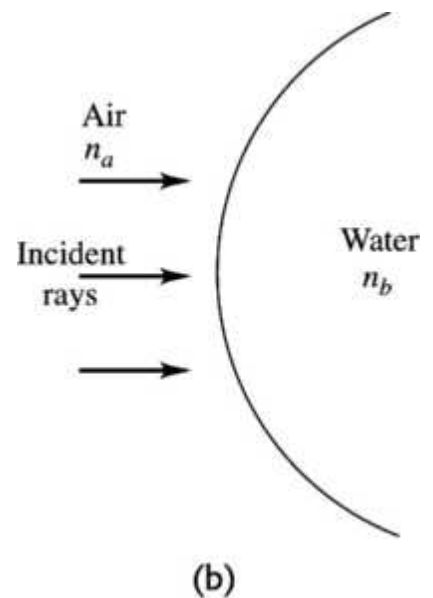
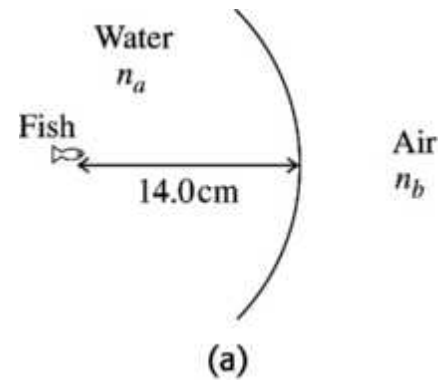
$$m = -\frac{n_a s'}{n_b s} = +1.33$$

b)  $> 0$

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

$4R$

Brännpunkten ligger utanför skålen.



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)  $R_1 \rightarrow \infty; R_2 = -13.0 \text{ cm}$

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

b)  $R_1 = +13.0 \text{ cm}; R_2 \rightarrow \infty$

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

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

E34.26

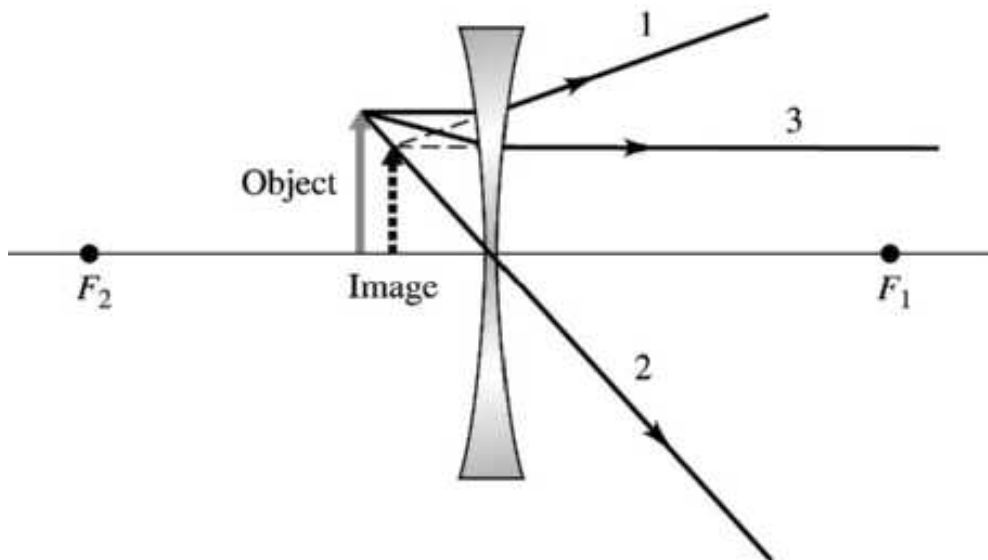
a)  $s > 0; \quad s' < 0$

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

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

Bilden är virtuell och rättvänd.

c)



**E34.31**

$$s \rightarrow \infty \Rightarrow f = s'$$

$$R_1 = R; \quad R_2 = -R$$

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

**E34.35**

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

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

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

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

b)  $R_1 = +10.0 \text{ cm}; \quad R_2 \rightarrow \infty$

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

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

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

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

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

**E34.39**

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

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

**b)**  $= +100 \text{ cm}; \quad y = -4.80 \text{ cm}$

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

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

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

**a2)**  $s = +100 \text{ cm}; \quad y = -4.80 \text{ cm}$

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

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

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

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

**b2)**  $= +322.2 \text{ cm}; \quad y = +0.533 \text{ cm}$

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

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

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

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

**c2)**  $= +322.2 \text{ cm}; \quad y = +0.533 \text{ cm}$

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

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

**E34.44**

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

$$y' = -\frac{ys'}{s} = 3.90 \text{ cm}$$

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

$$f = \frac{1}{B} = 36.36 \text{ cm}$$

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

Ögats närpunkt är på avståndet 80.0 cm

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

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

$$s' = f = -76.9 \text{ cm}$$

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

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

$$B = +1.78$$



### E34.63

a) Bilden av objektet ska hamna i okularets brännpunkt.

$$s' = 19.7 - 1.8 = 17.9 \text{ cm}$$

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

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

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

### E34.66

Vinkeln som Saturnus upptar är när man tittar från jorden är den

samma som vinkeln i teleskopets objektiv  $\theta = \frac{y'}{f_{obj}} = 9.4 \cdot$

$$10^{-5} \text{ rad} = 0.0054^\circ$$

