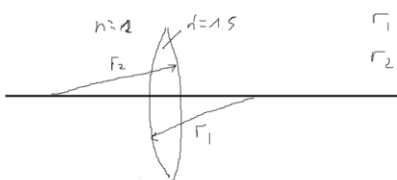


Optyka geometryczna i Instrumentalna Ćwiczenia 5

1. Oblicz moc optyczną symetrycznej soczewki wykonanej ze szkła o współczynniku załamania $n = 1,5$, która ma promień krzywizny $r_1 = -r_2 = \pm 10$ cm.



$r_1 = +10$ cm
 $r_2 = -10$ cm

(A) $\phi = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = (1,5-1) \left(\frac{1}{0,1} - \frac{1}{-0,1} \right) = 0,5 (10 + 10) = 10 D$

(B) $V_{\text{tot}} = 0$

$$V_1 = \frac{n' - n}{r_1} = \frac{1,5 - 1}{0,1} = \frac{0,5}{0,1} = 5$$

$$V_2 = \frac{n - n'}{r_2} = \frac{1 - 1,5}{-0,1} = \frac{-0,5}{-0,1} = 5$$

$V_{\text{tot}} = V_{\text{tot}} + V_1 + V_2 = 0 + 5 + 5 = 10 D$

Strona 1 z 11 Wyrzuci: 393

Optyka geometryczna i Instrumentalna Ćwiczenia 5

1. Oblicz moc optyczną symetrycznej soczewki wykonanej ze szkła o współczynniku załamania $n = 1,5$, która ma promień krzywizny $r_1 = -r_2 = \pm 10$ cm.

(C) $\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{r}$

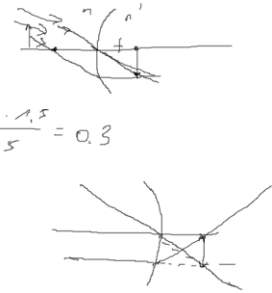
$$\frac{1,5}{s'} - \frac{1}{-\infty} = \frac{1,5 - 1}{0,1} \Rightarrow s' = \frac{0,1 \cdot 1,5}{0,5} = 0,3$$

$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{r}$$

~~$\frac{n}{s} - \frac{n'}{s'} = \frac{n - n'}{r}$~~

$$\frac{1}{s} - \frac{1,5}{0,3} = \frac{1 - 1,5}{-0,1} \Rightarrow \frac{1}{s} = \frac{-0,5}{-0,1} + \frac{1,5}{0,3} = 5 + 5 = 10$$

$s = f \Rightarrow \frac{1}{f} = 10 D = \phi$

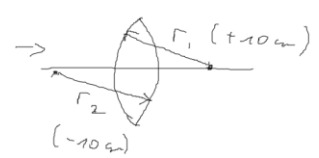


Strona 1 z 11 Wyrzuci: 393

Optyka 5

2. Oblicz ogniskowa i moc optyczna soczewek o danych: a) dwuwypukła $r_1 = 30 \text{ cm}$, $r_2 = -10 \text{ cm}$, $n = 1.5$; b) płasko-wkłęśła $r_1 = 30 \text{ cm}$, $r_2 = -10 \text{ cm}$, $n = 4/3$.

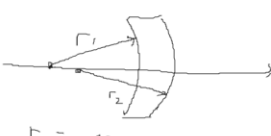
$$\phi = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$



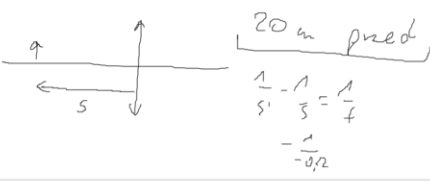
$r_1 = +10 \text{ cm}$
 $r_2 = -10 \text{ cm}$

wkłęśła-wypukłej

$r_1 = 10 \text{ cm}$
 $r_2 = 10 \text{ cm}$



$r_1 = -10 \text{ cm}$
 $r_2 = -10 \text{ cm}$



20 cm przed

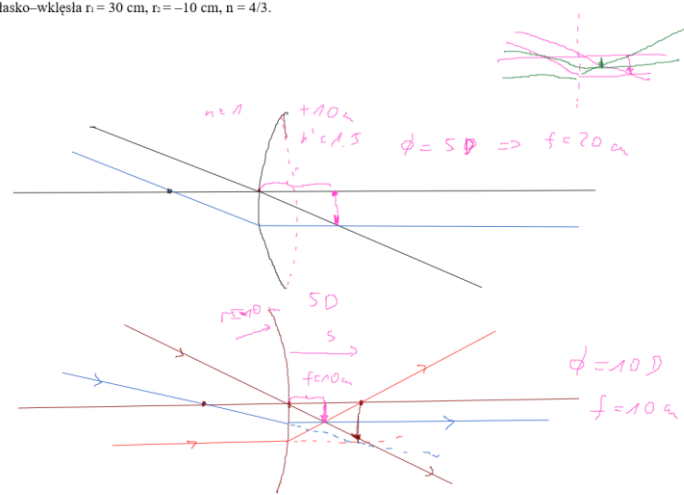
$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$$

$$-\frac{1}{-0.2}$$

Strona 2 z 11 Wyrazy: 393

Optyka 5

2. Oblicz ogniskowa i moc optyczna soczewek o danych: a) dwuwypukła $r_1 = 30 \text{ cm}$, $r_2 = -10 \text{ cm}$, $n = 1.5$; b) płasko-wkłęśła $r_1 = 30 \text{ cm}$, $r_2 = -10 \text{ cm}$, $n = 4/3$.



$n = 1.5$
 $r_1 = +10 \text{ cm}$
 $r_2 = -10 \text{ cm}$
 $\phi = 5 \text{ D} \Rightarrow f = 20 \text{ cm}$

$\phi = 10 \text{ D}$
 $f = 10 \text{ cm}$

Strona 2 z 11 Wyrazy: 393

3. Oblicz ile razy zmieni się moc soczewki D, jeśli współczynnik załamania szkła zmieni się z 1,5 na 1,8.

$$\phi = \frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{r} = \frac{1}{f} \quad \phi = \frac{n' - n}{r}$$

$$\phi_1 = \frac{1,5 - 1}{r}$$

$$\phi_2 = \frac{1,8 - 1}{r}$$

$$\frac{\phi_2}{\phi_1} = \frac{(1,8 - 1)r}{(1,5 - 1)r} = \frac{0,8}{0,5} = 1,6 D$$

Strona 3 z 11 Wyrzyki: 393

4. Soczewka szklana ma zdolność zbierającą +D w powietrzu, zaś -D w ośrodku o nieznanym współczynniku załamania n_x . Oblicz n_x , jeśli współczynnik załamania szkła wynosi $n_s = 1,5$.

$$\phi = \frac{n' - n}{r}$$

$$\begin{cases} D = \frac{n_s - 1}{r} = 1 \\ -D = \frac{n_s - n_x}{r} = -1 \end{cases}$$

$$\frac{n_s - 1}{r} + \frac{n_s - n_x}{r} = 1 + (-1) = 0$$

$$\frac{n_s - 1}{r} = \frac{n_x - n_s}{r}$$

$$n_x = n_s - 1 + n_s = 2n_s - 1$$

$$n_x = 2 \cdot 1,5 - 1 = 3 - 1 = 2$$

Strona 4 z 11 Wyrzyki: 393

5. Moc pewnej soczewki dwuwypukłej wynosi 60 D, zaś promień jednej krzywizny jest dwukrotnie większy niż drugi (z dokładnością do znaku). Oblicz oba promienie krzywizny.

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

$$r = r_1 = 2r_2$$

$$\phi_1 = (n-1) \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{-2r} \right) = (n-1) \left[\frac{2+1}{2r} \right] = \frac{3}{2r} (n-1)$$

$$60 = \frac{3}{2r} (n-1)$$

$$r = 2r_1 = r_2$$

$$\phi_2 = (n-1) \left(\frac{1}{2r} - \frac{1}{-r} \right) =$$

$$\begin{cases} r_1 = \frac{3}{100} (n-1) \approx \frac{n-1}{30} \\ r_2 = \frac{1-n}{20} \end{cases}$$

Strona 5 z 11 Wyrazy: 393

6. Przed soczewką rozpraszającą ustawiono rzeczywisty przedmiot o wysokości $h = 4,5$ cm. Oblicz ogniskową soczewki, jeżeli obraz przedmiotu ma wysokość $h_0 = 1,5$ cm i jest w odległości $d = 8$ cm od przedmiotu.

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = -\frac{1}{f}$$

$$s - s' = d \Rightarrow s = d + s'$$

$$\frac{h}{h_0 s'} = \frac{h_0}{s} \Rightarrow h_0 d + h_0 s' = h s'$$

$$s' (h_0 - h) = h_0 d$$

$$s' = \frac{h_0 d}{h - h_0}$$

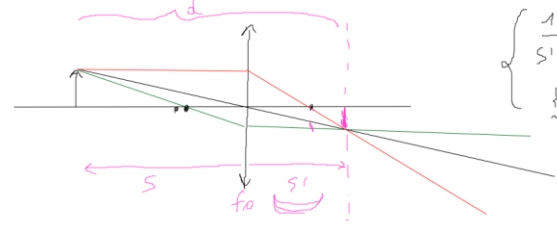
$$s = d + s' = d + \frac{h_0 d}{h - h_0}$$

$$\frac{s - s'}{s s'} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{s s'}{s - s'}$$

$$f = \frac{\left(d + \frac{h_0 d}{h - h_0} \right) \left(\frac{h_0 d}{h - h_0} \right)}{h - h_0} = \frac{[d(h - h_0) + h_0 d] h_0 d}{(h - h_0)^2} = \frac{[d h] h_0 d}{h - h_0} = \frac{d^2 h h_0}{h - h_0}$$

Strona 6 z 11 Wyrazy: 393

7. Przedmiot znajduje się w odległości $d = 50$ cm od ekranu. Oblicz, w jakiej odległości od ekranu należy umieścić soczewkę o ogniskowej $f_0 = 4$ cm, aby na ekranie otrzymać wyraźny obraz tego przedmiotu?



$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = \frac{1}{f_0}$$

$$s + s' = d \quad \text{bezpośrednio}$$

$$s' - s = d$$

$$s = s' - d$$

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{f_0} = \frac{f_0 - s'}{s' f_0}$$

$$s = \frac{s' f_0}{f_0 - s'}$$

$$s' - d = \frac{s' f_0}{f_0 - s'}$$

$$(s' - d)(f_0 - s') = s' f_0$$

$$s'^2 - d s' + d f_0 = 0$$

$$D = d^2 - 4 d f_0 = 2500 - 4 \cdot 50 \cdot 4 = 2500 - 800 = 1700 \approx \sqrt{1700} \approx 41$$

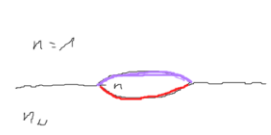
$$s_1 = \frac{-d \pm \sqrt{D}}{2} = \frac{-50 \pm 41}{2} = \begin{cases} -4.5 \\ -45 \end{cases}$$

Strona 7 z 11 Wyrazy: 393

9. Soczewka dwuwypukła o promieniach krzywizny r_1 oraz $r_2 = -r_1$, wykonana z tworzywa o współczynniku załamania n , grubości d , pływa po powierzchni wody o współczynniku załamania n_w . Korzystając ze wzoru:

$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{r}$$

wyprowadź wzór na ogniskową tej soczewki.



$$\frac{n}{s_1'} - \frac{1}{s_1} = \frac{n-1}{r_1}$$

$$s_1' = -\infty$$

$$\frac{n_w}{s_2'} - \frac{n}{s_2} = \frac{n_w - n}{-r_1}$$

$$s_2' = s_2$$

$$\frac{n_w}{s_2'} = \frac{n - n_w}{r_1} + \frac{n-1}{r_1} = \frac{n - n_w + n - 1}{r_1}$$

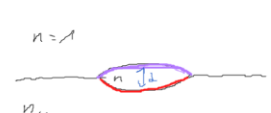
$$s_2' = \frac{n_w r_1}{2n - n_w - 1} = f$$

Strona 9 z 11 Wyrazy: 393

9. Soczewka dwuwypukła o promieniach krzywizny r oraz $r_2 = -r_1$, wykonana z tworzywa o współczynniku załamania n , grubości d , pływa po powierzchni wody o współczynniku załamania n_w . Korzystając ze wzoru:

$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{r}$$

wyprowadź wzór na ogniskową tej soczewki.



Wzór na ogniskową:

$$s_1' = -\infty$$

$$s_1' = s_2 + d \Rightarrow s_2 = s_1' - d$$

$$\frac{n_w}{s_2'} - \frac{n}{s_2} = \frac{n_w - n}{-r_1}$$

$$\frac{n_w}{s_2'} = \frac{n_w - n}{-r_1} + \frac{n - 1}{r_1} = \frac{n_w - n + n - 1}{-r_1} = \frac{n_w - 1}{-r_1}$$

$$s_2' = \frac{n_w r_1}{2n - n_w - 1} = f$$

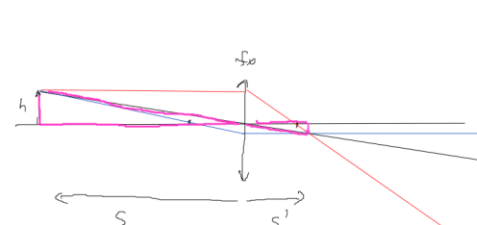
Alternatywny wzór:

$$\frac{n_w}{s_2'} - \frac{n}{\frac{n r_1}{n-1} - d} = \frac{n_w - n}{-r_1}$$

$$\frac{n_w}{s_2'} = \frac{n_w - n}{-r_1} + \frac{n(n-1)}{n r_1 - d n + d} = \frac{(n_w - n)(-r_1 - d n + d)}{r_1}$$

Strona 9 z 11 Wyrazy: 393

10. Jaka jest wielkość obrazu domu o wysokości $h = 10$ m fotografowanego z odległości $d = 50$ m aparatem fotograficznym z obiektywem o ogniskowej $f_0 = 10$ mm?



Wzory:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{d} = \frac{1}{f_0} \Rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{f_0} + \frac{1}{d} = \frac{d + f_0}{f_0 d}$$

$$s' = \frac{f_0 d}{d + f_0}$$

$$\frac{h}{s} = \frac{h_0}{s'}$$

$$h_0 = \frac{s' h}{-s}$$

$$h_0 = \frac{f_0 d h}{(d + f_0)(-d)} = -\frac{f_0 h}{d + f_0}$$

$$h_0 = \frac{-0,01 \cdot 10}{50 + 0,01} = \frac{-0,1}{50,01} \approx -0,002 \approx 2 \text{ mm}$$

Strona 10 z 11 Wyrazy: 393

