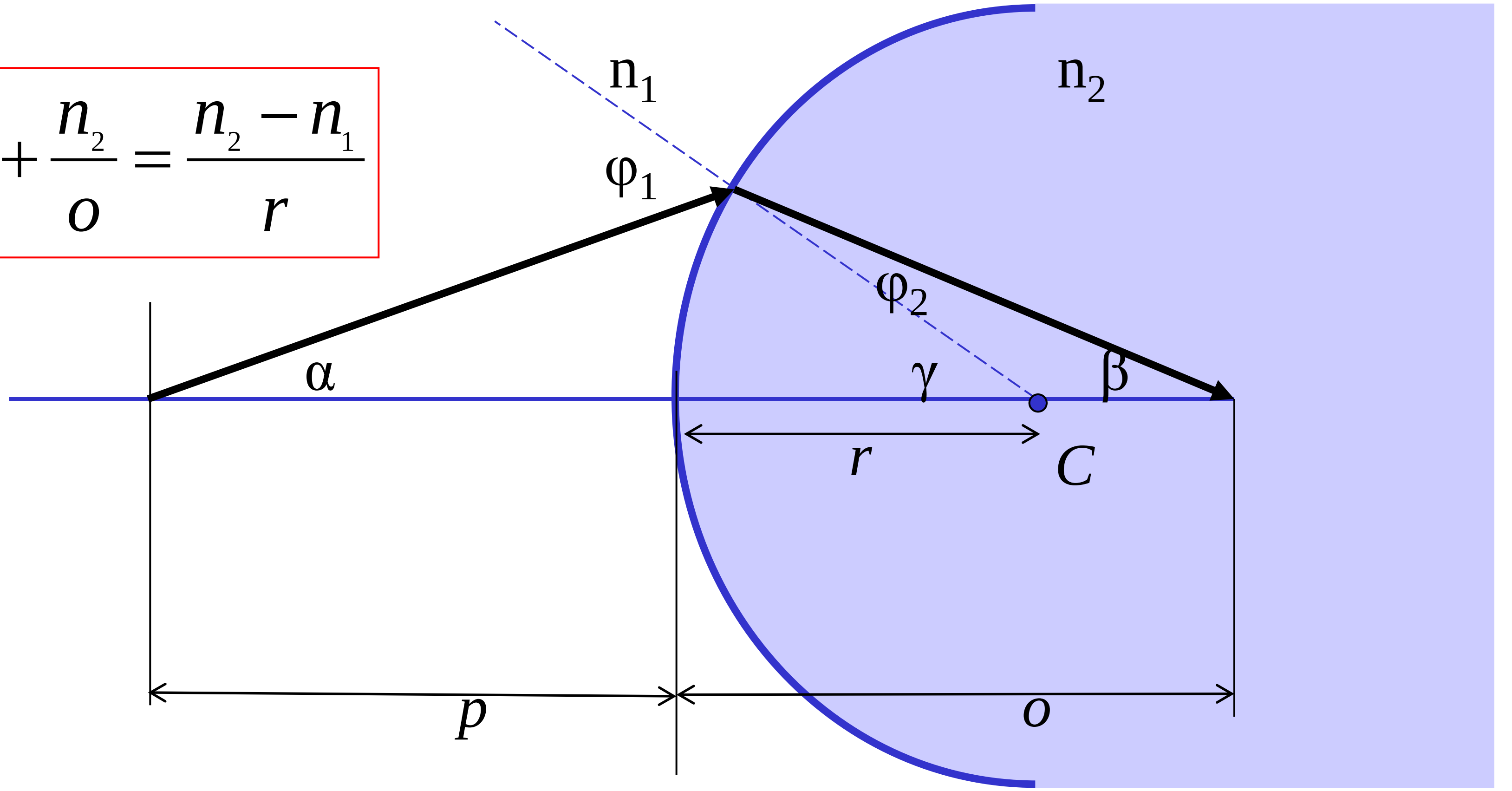
Optyka kurs wyrównawczy optyka geometryczna 4 soczewki

2011r.

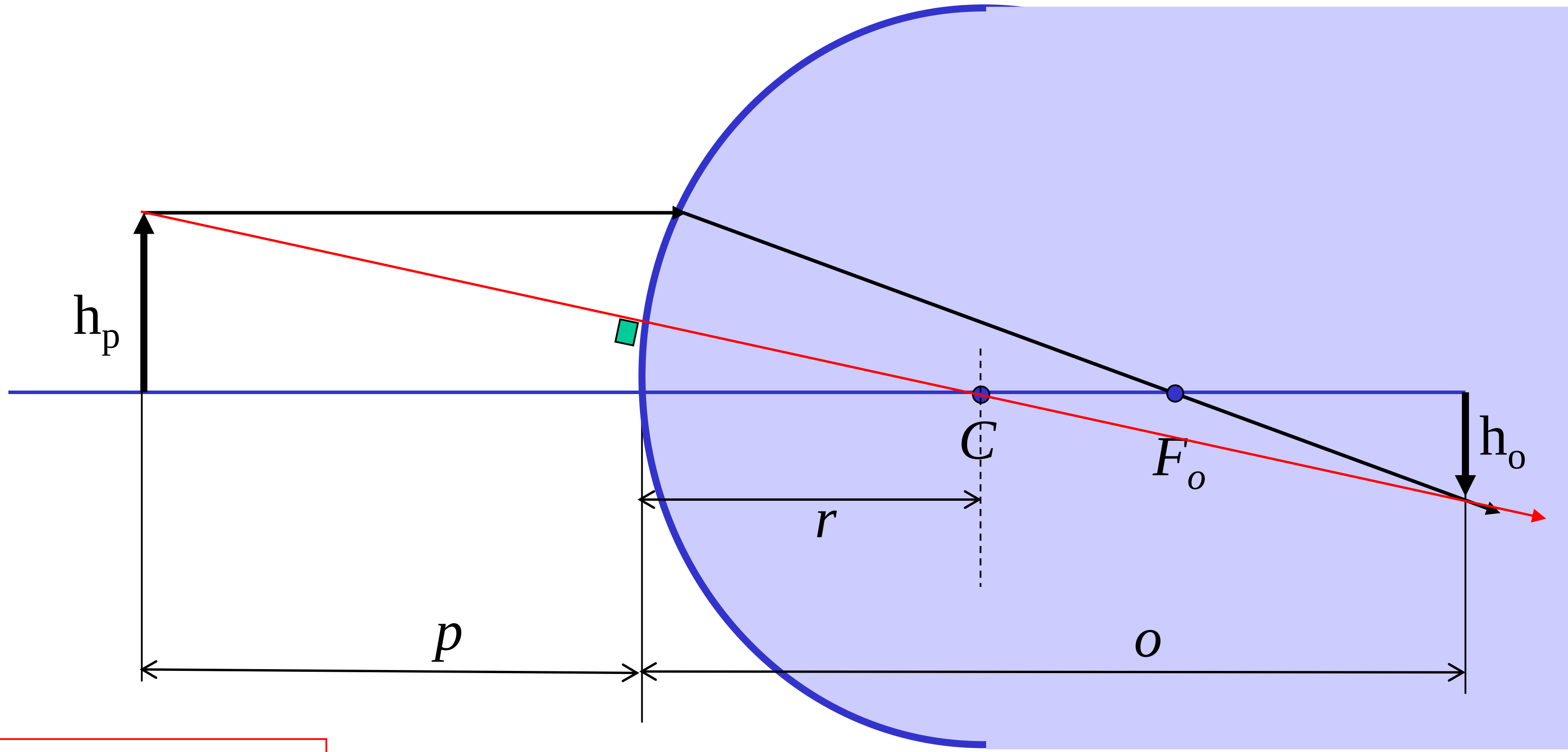
Kulista powierzchnia łamiąca

$$\boxed{\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{o} = \frac{n_2 - n_1}{r}}$$



Konwencja znaków: Wszystkie odległości na rysunku są dodatnie i są „po swojej stronie". Jeżeli znajdą się „po nie swojej stronie powierzchni dzielącej" będą ujemne.

Kulista powierzchnia łamiąca –konstrukcja i powiększenie

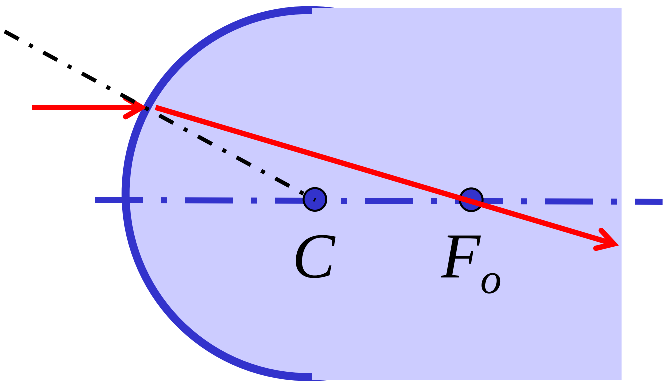


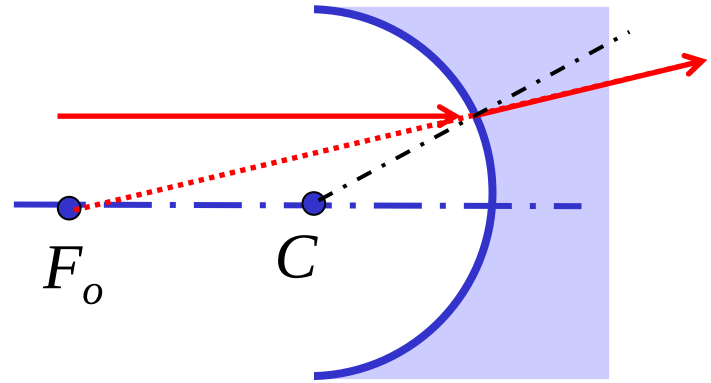
$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{o} = \frac{n_2 - n_1}{r}$$

$$\frac{h_o}{h_p} = -\frac{o - r}{p + r} = \frac{o}{p}\frac{n_1}{n_2} = M$$

Różne sytuacje (promień pada z lewej)

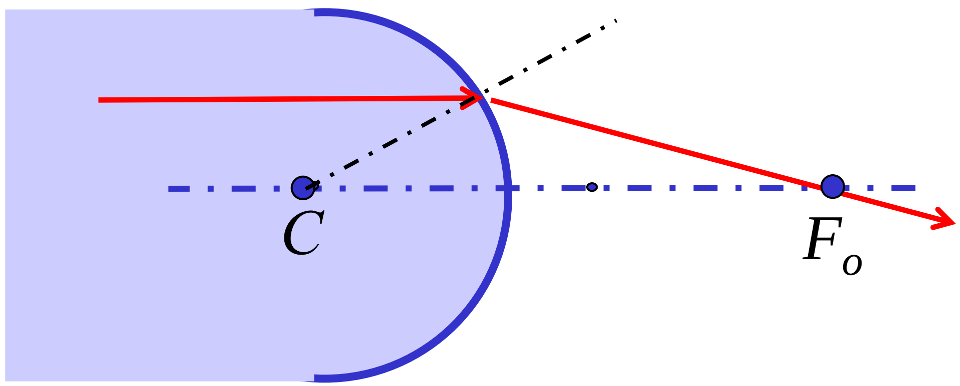
$$\left|r\right| = 10cm$$

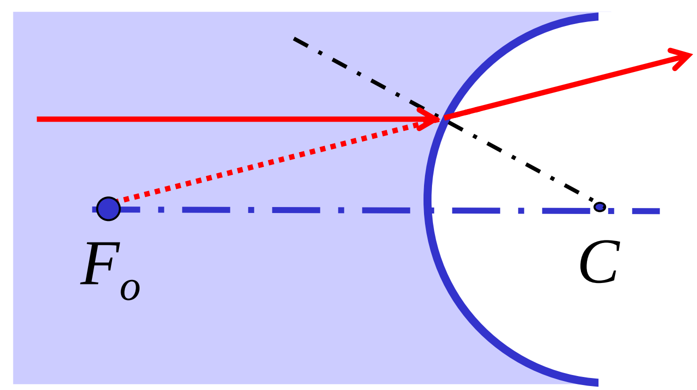




$n_1/p+n_2/o=(n_2- n_1)/10>0$

$n_1/p+n_2/o=(n_2- n_1)/(-10)<0$

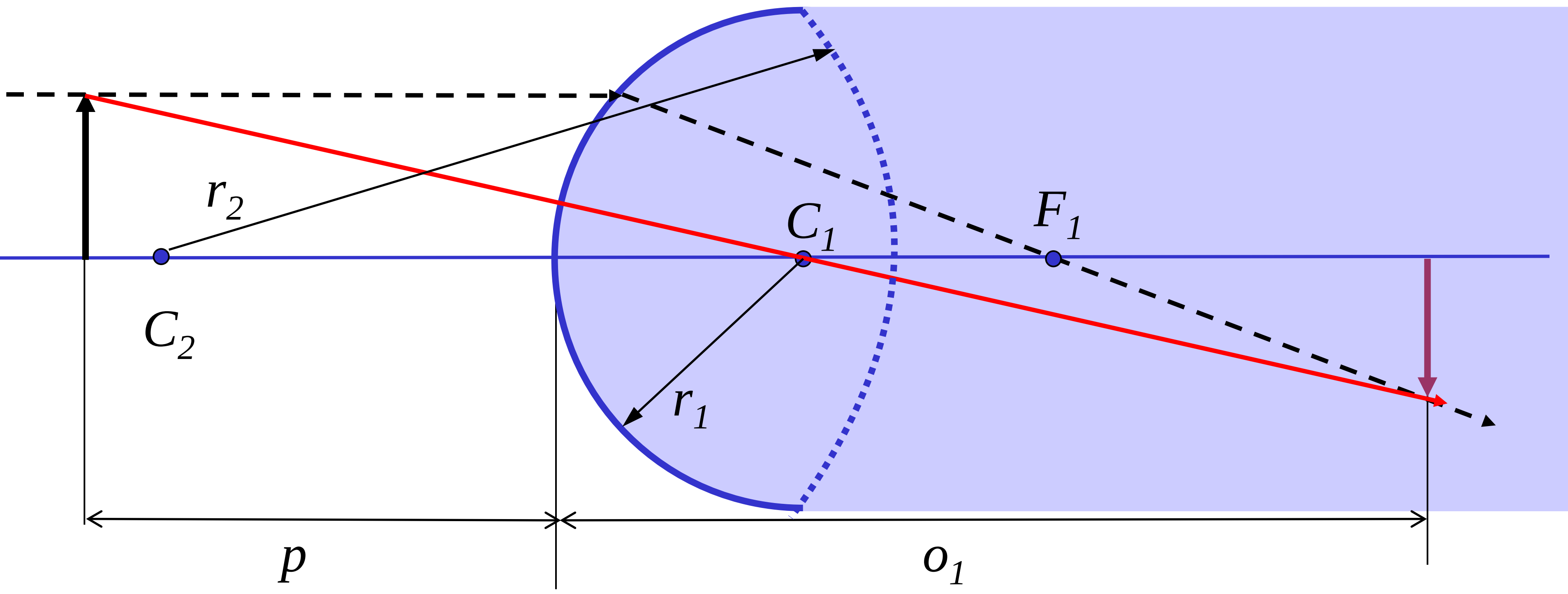




$n_1/p+n_2/o=(n_2- n_1)/(-10)>0$

$n_1/p+n_2/o=(n_2- n_1)/10<0$

Dwie kuliste powierzchnie łamiące



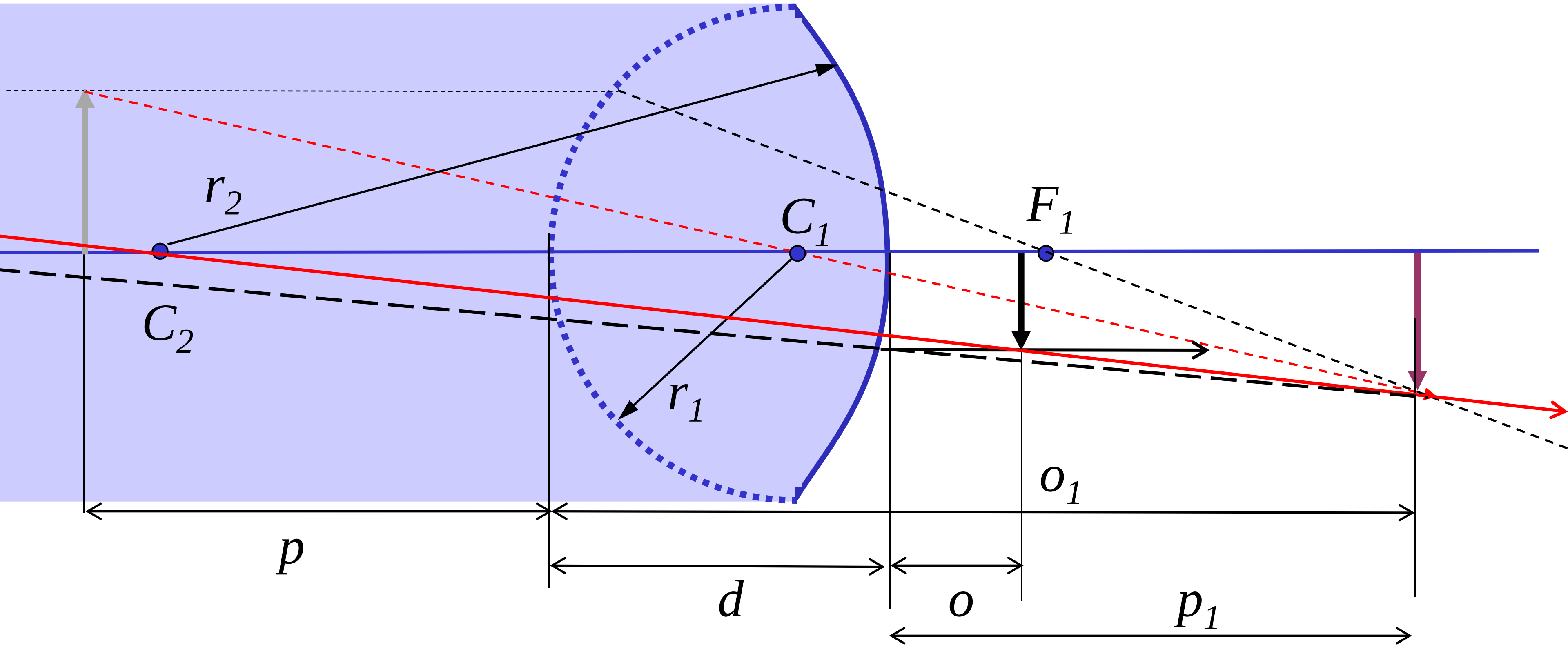
można to liczyć po kolei:

1. załamanie na pierwszej powierzchni z ośrodka n_1 do n_2
   - powstaje obraz pośredni w odległości o_1

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{o_1} = \frac{n_2 - n_1}{r_1};$$

Dwie kuliste powierzchnie łamiące

Dla d ≠ 0 bardzo niewygodne!!



2. załamanie na drugiej powierzchni z ośrodka n_2 do n_1 - powstaje obraz wynikowy w odległości o

$$\frac{n_2}{p_1} + \frac{n_1}{o} = \frac{n_1 - n_2}{r_2};$$

3. mamy też:

$$o_1 = d - p_1;$$

Dwie powierzchnie łamiące

można to liczyć po kolei:

1. załamanie na pierwszej powierzchni z ośrodka n_1 do n_2
   - powstaje obraz pośredni w odległości o_1

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{o_1} = \frac{n_2 - n_1}{r_1};$$

2. załamanie na drugiej powierzchni z ośrodka n_2 do n_1
   - powstaje obraz wynikowy w odległości o

$$\frac{n_2}{p_1} + \frac{n_1}{o} = \frac{n_1 - n_2}{r_2};$$

3. mamy też:

$$p_1 = d - o_1;$$

Dla d ≠ 0 bardzo niewygodne!!

Soczewka cienka, d=0

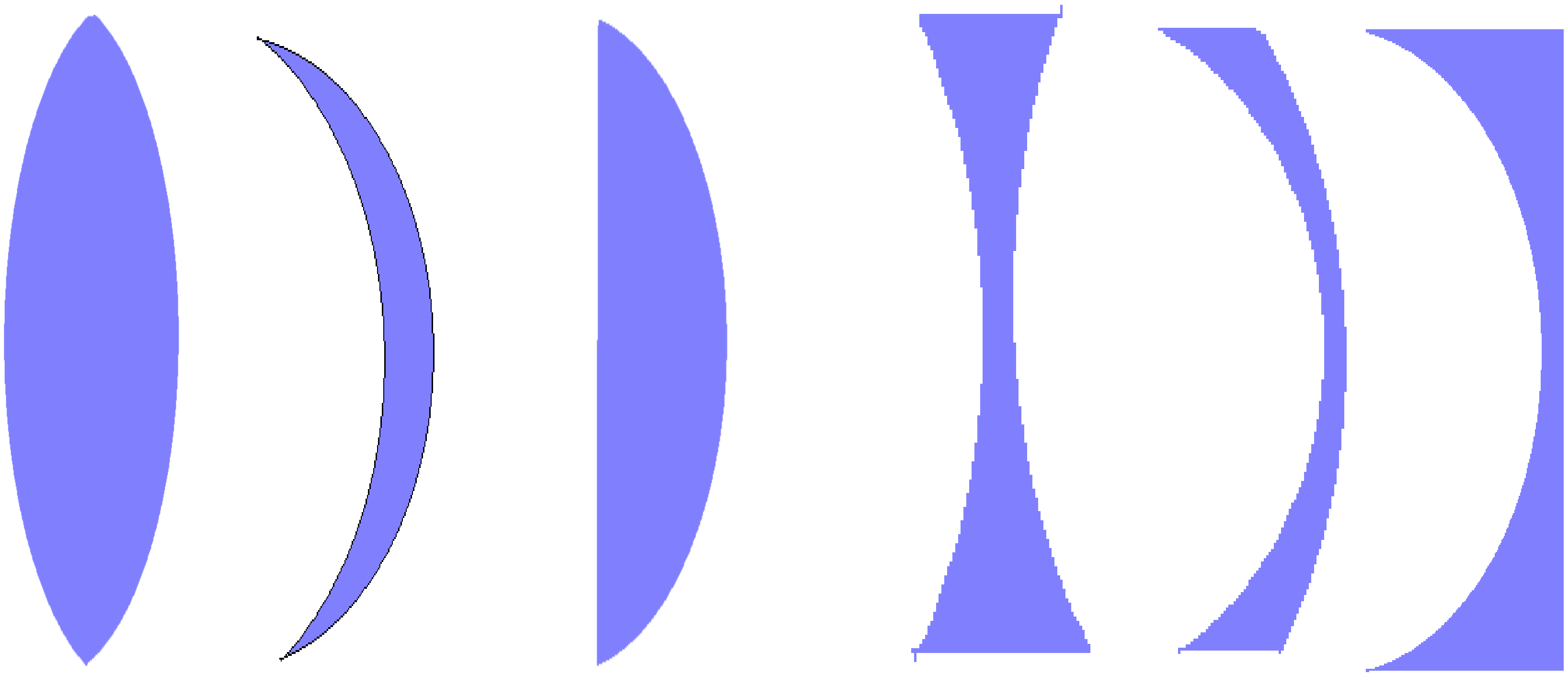
$$\frac{1}{p}+\frac{1}{o}=\frac{n_2-n_1}{n_1}\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$$

$$\frac{1}{f}=\frac{n_2-n_1}{n_1}\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$$

Ta sama ogniskowa:
1.różne pary krzywizn przy tej samej różnicy n,
2. duże krzywizny + mała różnica n
3. małe krzywizny + duża różnica n.

Problemy z okularami:
Dawniej: materiał o małym n, duże krzywizny, okulary ciężkie i grube, trudno osadzić szkła
Teraz: materiał o dużym n, okulary lekkie, ale silne refleksy – jak zlikwidować w części „optyka falowa”

Różne kształty soczewek



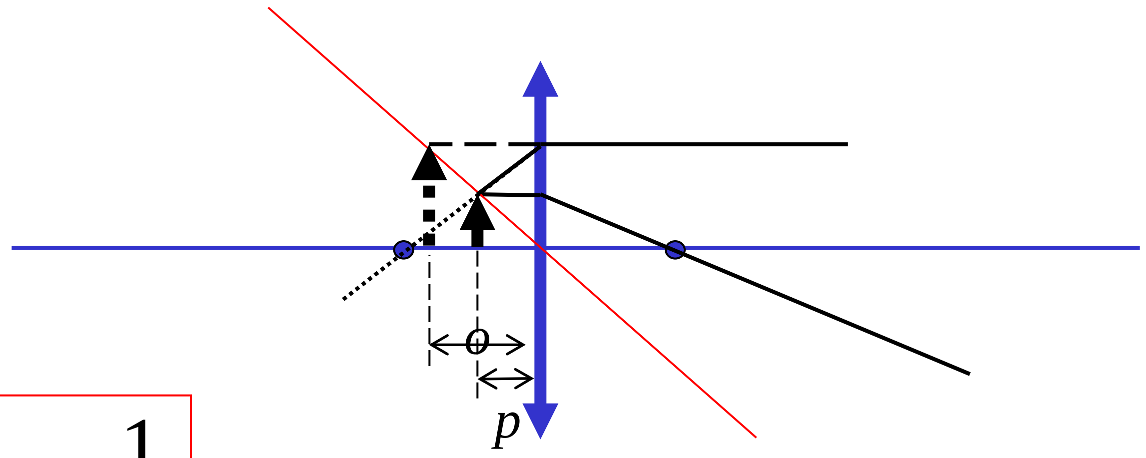
$f > 0$

r_1	$> 0,$	< 0	∞
r_2	$< 0,$	< 0	< 0
		$\lvert r_1 \rvert > \lvert r_2 \rvert$	

$f < 0$

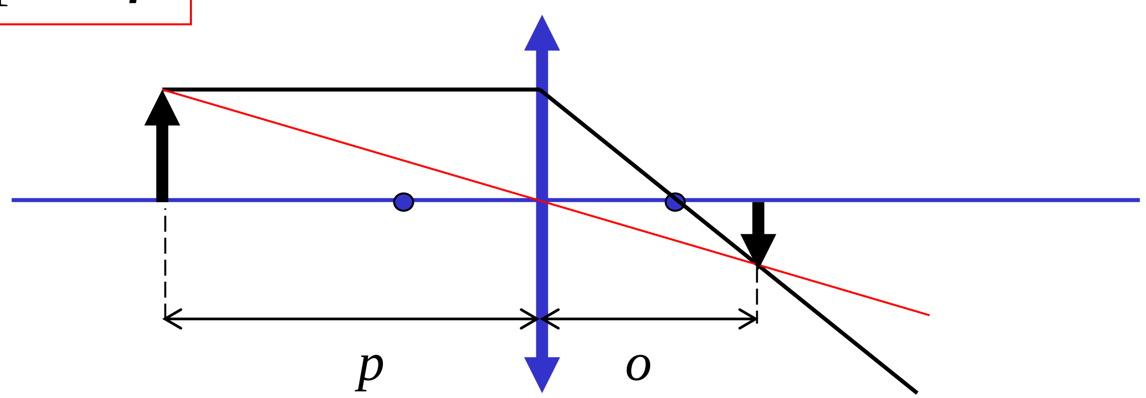
r_1	$< 0,$	< 0	< 0
r_2	$> 0,$	< 0	∞
		$\lvert r_1 \rvert < \lvert r_2 \rvert$	

Soczewka cienka - konstrukcje



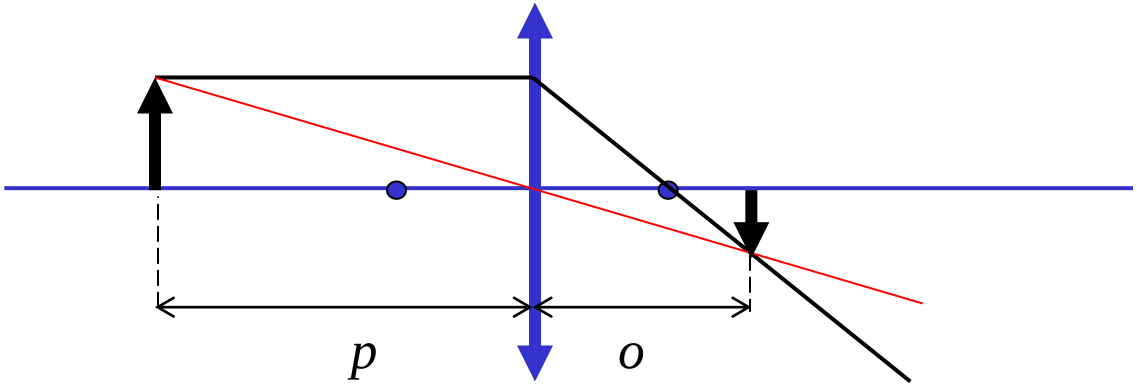
$$\frac{1}{p}+\frac{1}{o_1}=\frac{1}{f}$$

Ale też i wszystkie inne promienie



Soczewka cienka *d=0*

$$\boxed{\frac{1}{p}+\frac{1}{o_1}=\frac{1}{f}}$$



Powiększenie: $M=-\dfrac{o}{p}$

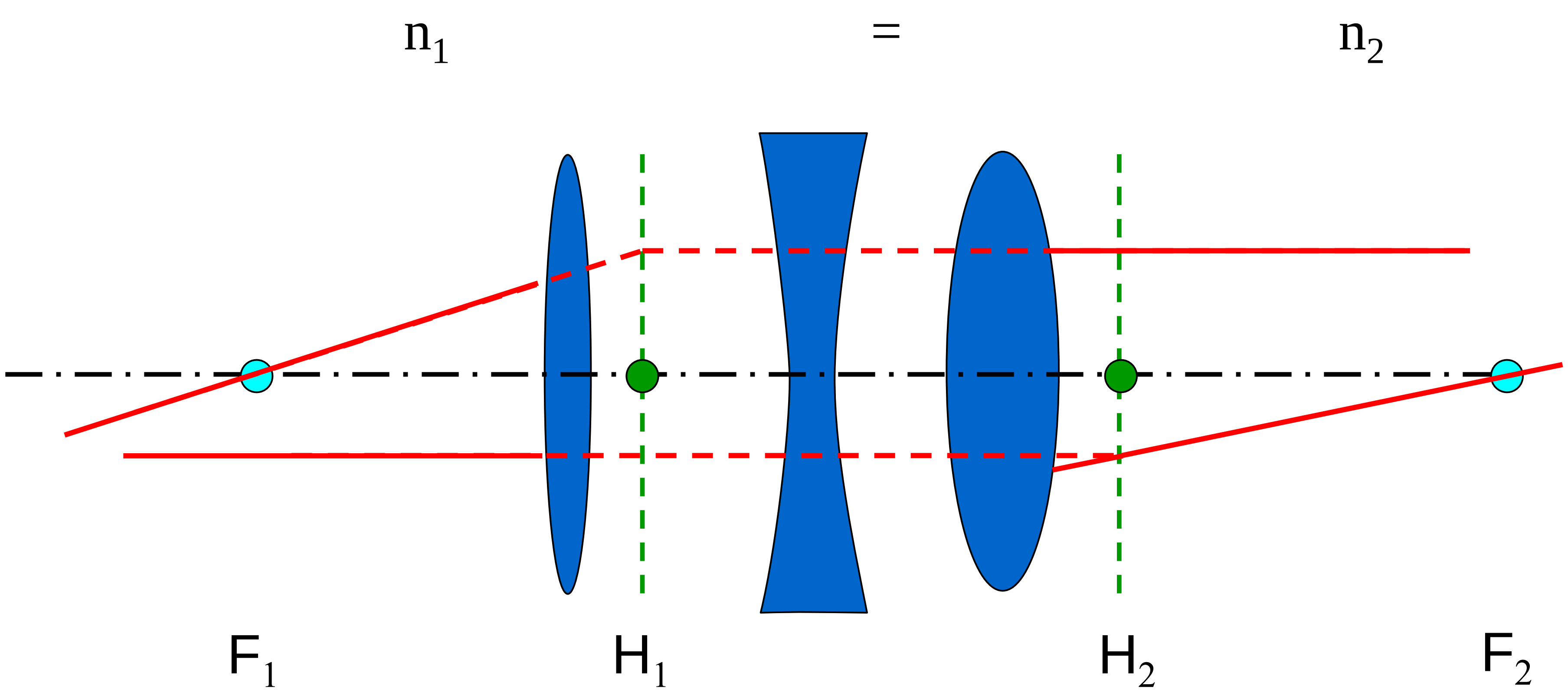
Co zrobić dla np. dla soczewki grubej

- ogólniej: dowolnie skomplikowany układ optyczny ale promienie przyosiowe (bezaberacyjny)

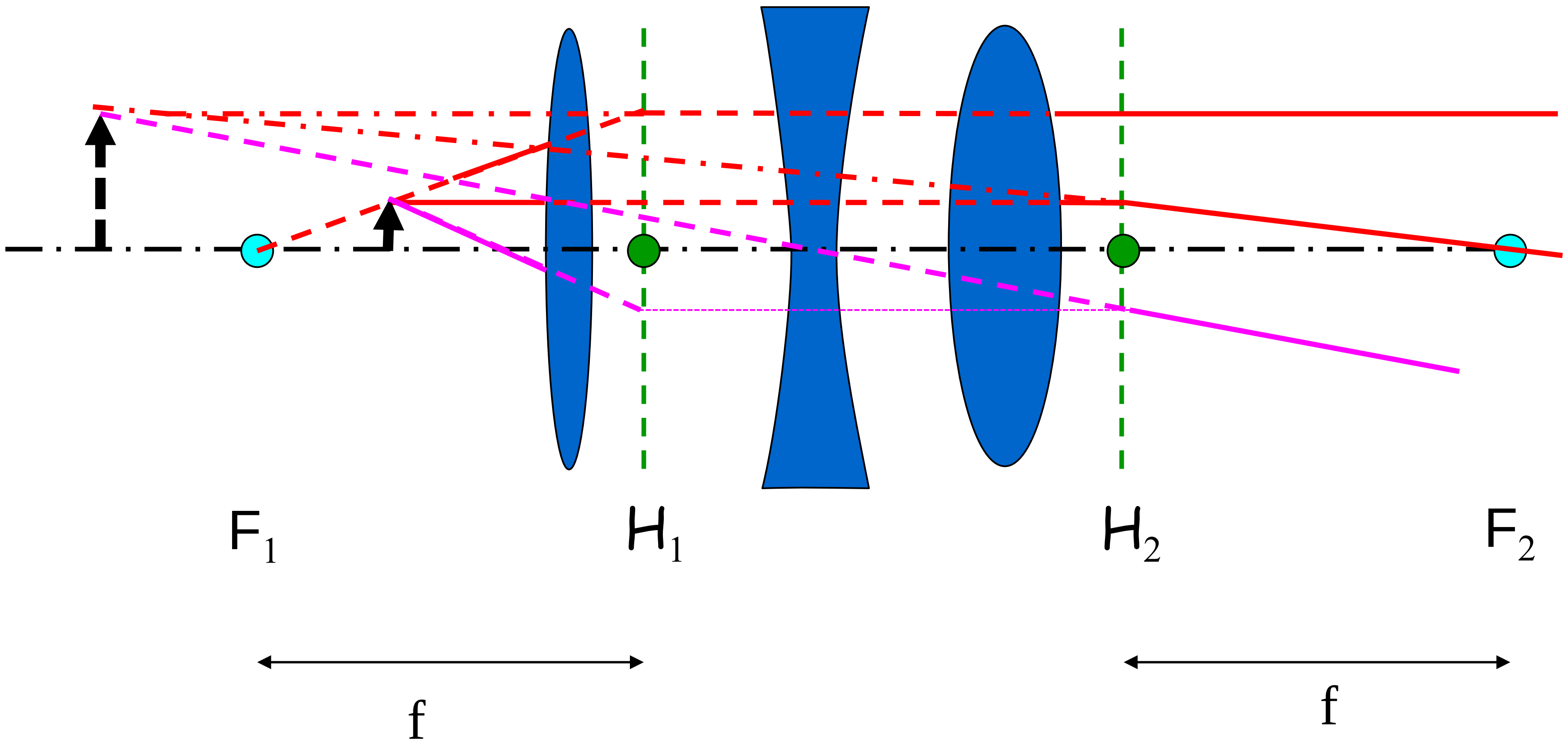
ważne: układ musi mieć oś optyczną!:

1. podejście geometryczne: punkty i płaszczyzny kardynalne
2. podejście algebraiczne: optyka macierzowa

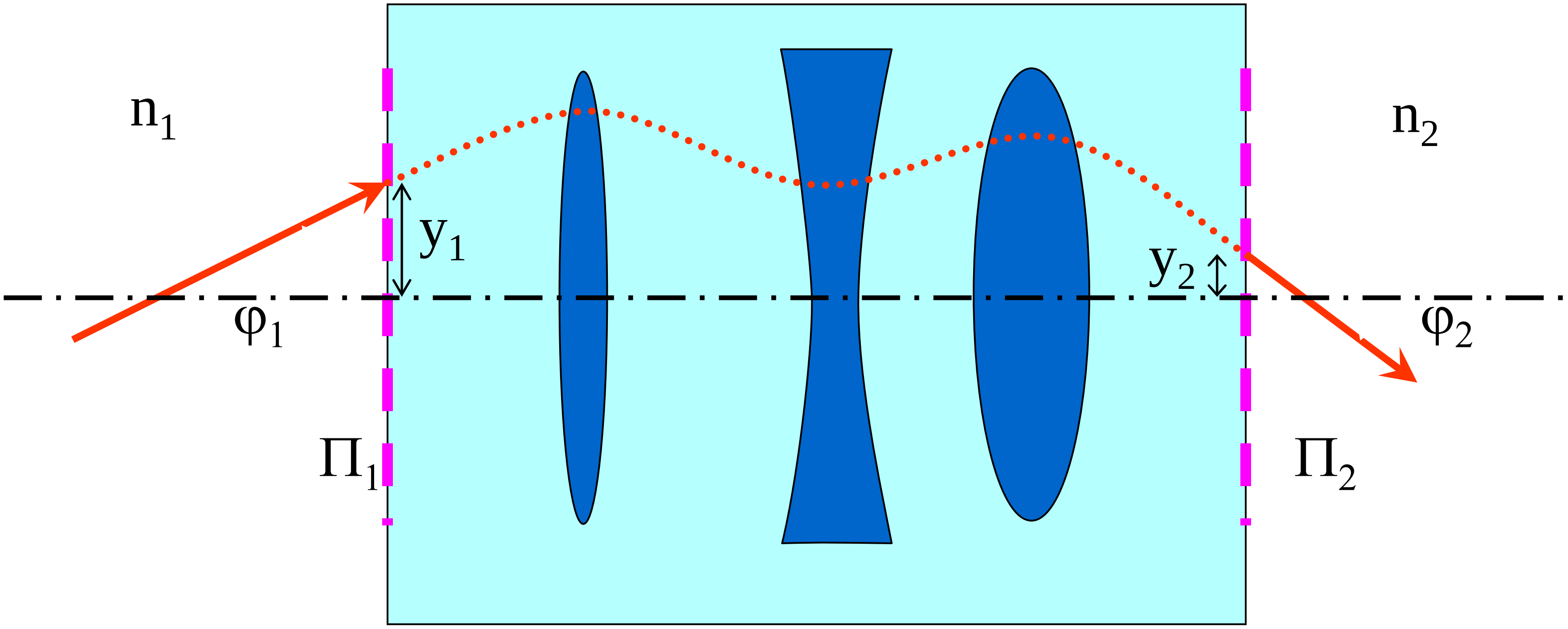
Punkty kardynalne



Punkty kardynalne



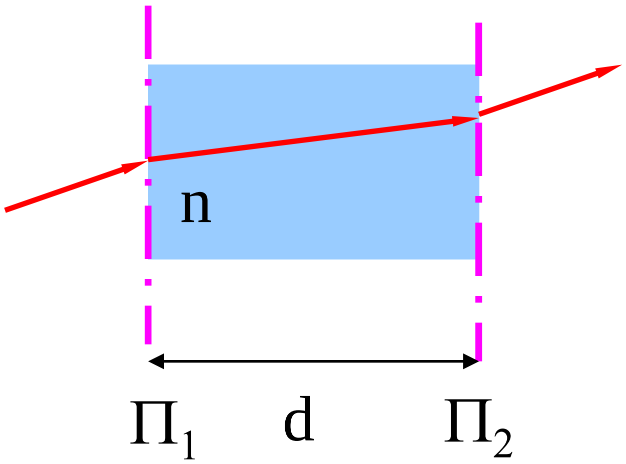
Optyka macierzowa



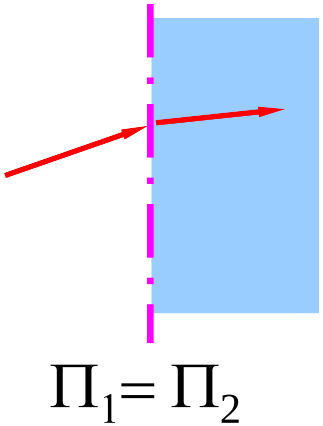
$$\begin{bmatrix} y_2 \\ n_2\varphi_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ n_1\varphi_1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} = 1$$

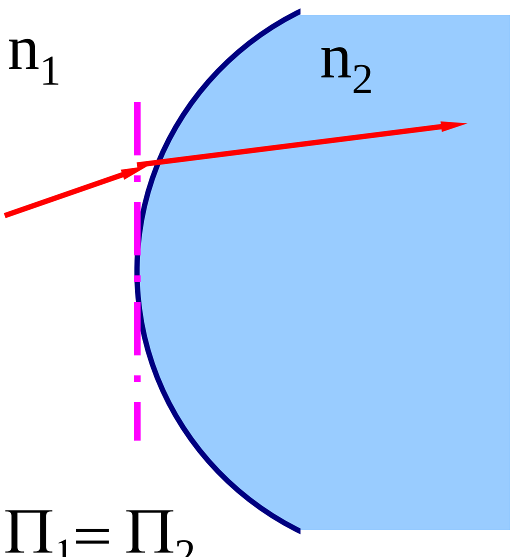
Optyka macierzowa - elementy



$$\begin{bmatrix} 1 & \dfrac{d}{n} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

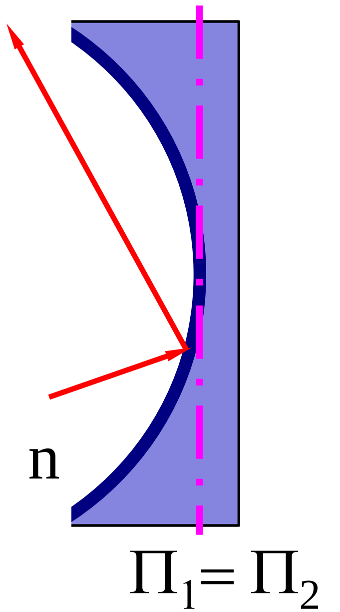


$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

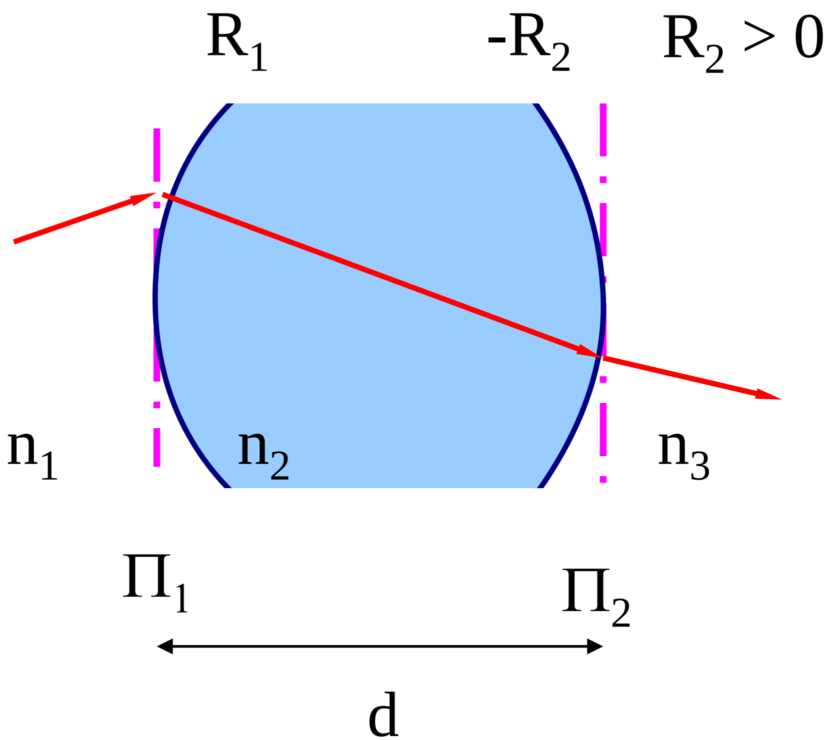


$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\dfrac{n_2 - n_1}{R} & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\dfrac{2n}{R} & 1 \end{bmatrix}$$

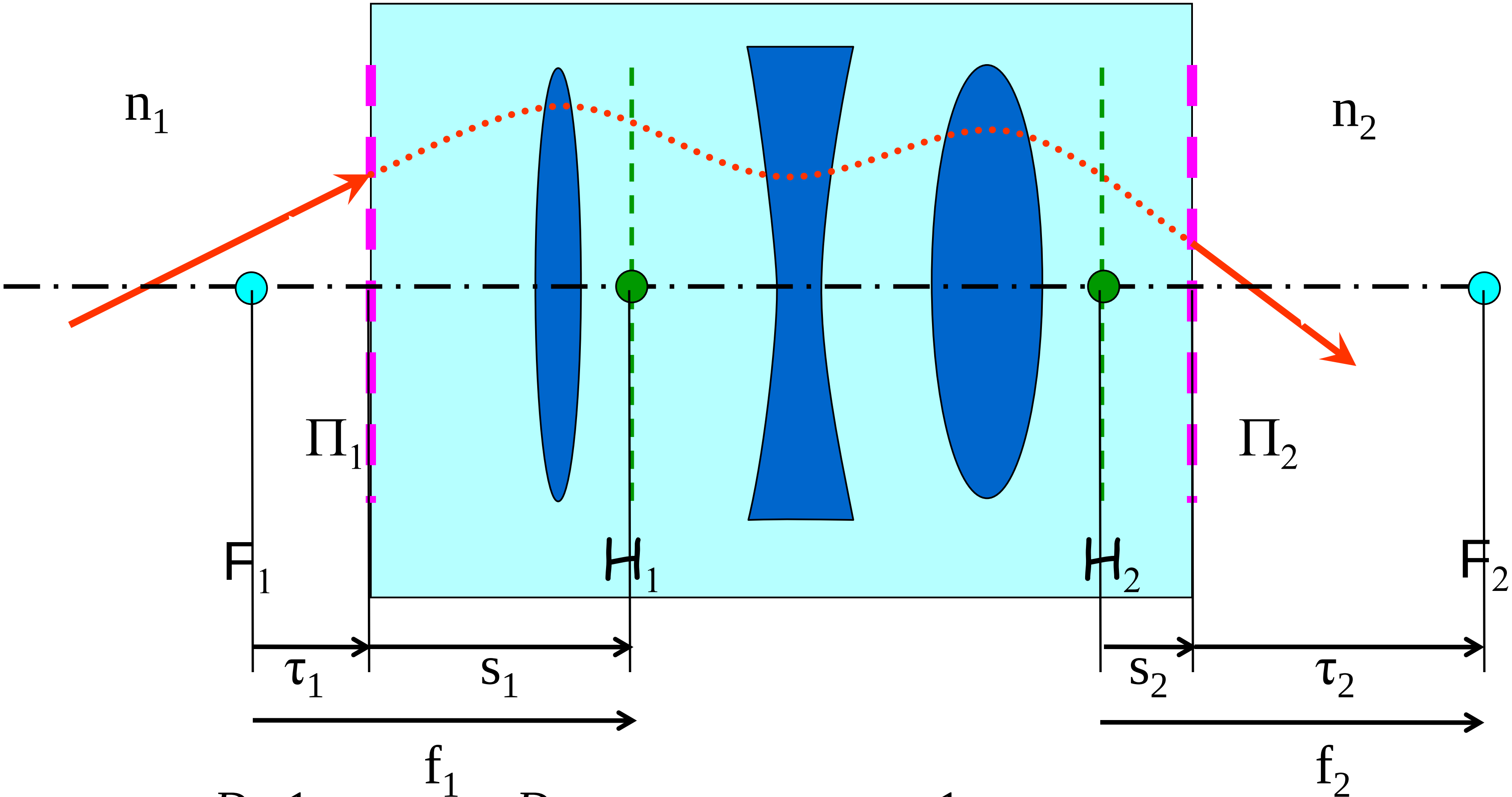


Optyka macierzowa – soczewka gruba



$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\dfrac{n_2 - n_1}{R_1} & 1 \end{bmatrix}$$

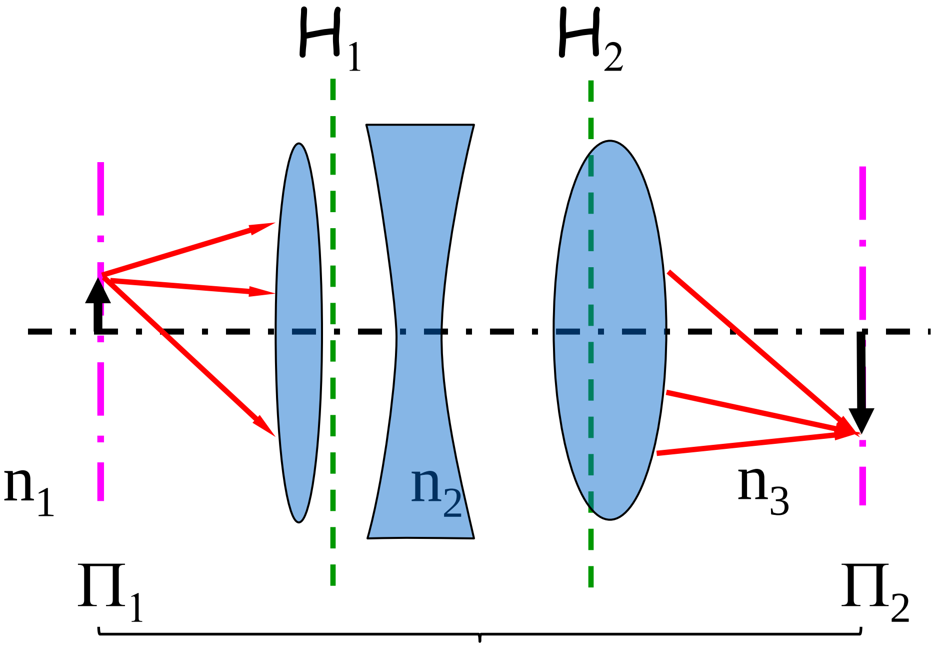
Optyka macierzowa i p-ty kardynalne



$$s_1 = n_1 \frac{D-1}{C} \quad \tau_1 = -n_1 \frac{D}{C} \quad f_1 = \tau_1 + s_1 = -n_1 \frac{1}{C}$$

$$s_2 = n_2 \frac{A-1}{C} \quad \tau_2 = -n_2 \frac{A}{C} \quad f_2 = \tau_2 + s_2 = -n_2 \frac{1}{C}$$

Tworzenie obrazu



$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}\begin{bmatrix} y_1 \\ * \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_2 \\ * \end{bmatrix}$$ * - dowolne

$$y_2 = A \cdot y_1 + B \cdot * \quad \Rightarrow \quad B = 0$$

$$p = s_1 = n_1 \frac{D-1}{C} \quad \Rightarrow \quad D = \frac{p \cdot C + n_1}{n_1}$$

$$o = s_2 = n_2 \frac{A-1}{C} \quad \Rightarrow \quad A = \frac{o \cdot C + n_3}{n_3}$$

$$AD - BC = AD - 0C = 1 \quad \Rightarrow \quad AD = 1$$

$$\frac{o \cdot C + n_3}{n_3} \cdot \frac{p \cdot C + n_1}{n_1} = 1$$

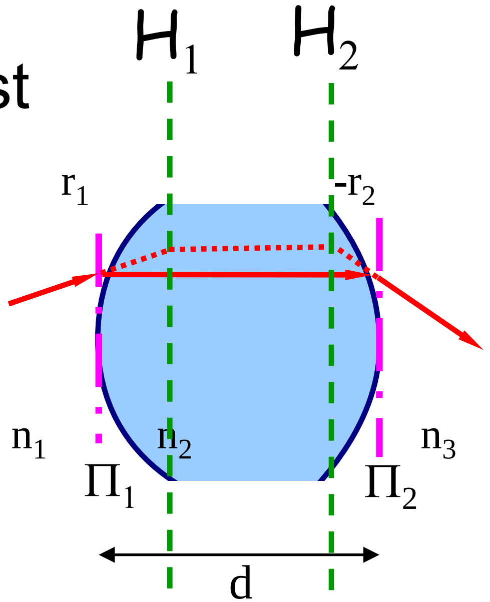
$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_3}{o} = -C$$

Jeżeli $n_1 = n_2 = 1$

$$\boxed{\frac{1}{p} + \frac{1}{o} = \frac{1}{f}}$$

Płaszczyzny główne

Po wprowadzeniu pł. gł. wszystkie wzory dla soczewki grubej są takie same jak dla soczewki cienkiej z zastrzeżeniem, że *p* , *o* i *f* mierzone są od odpowiednich płaszczyzn głównych. Jest inny wzór na *f*

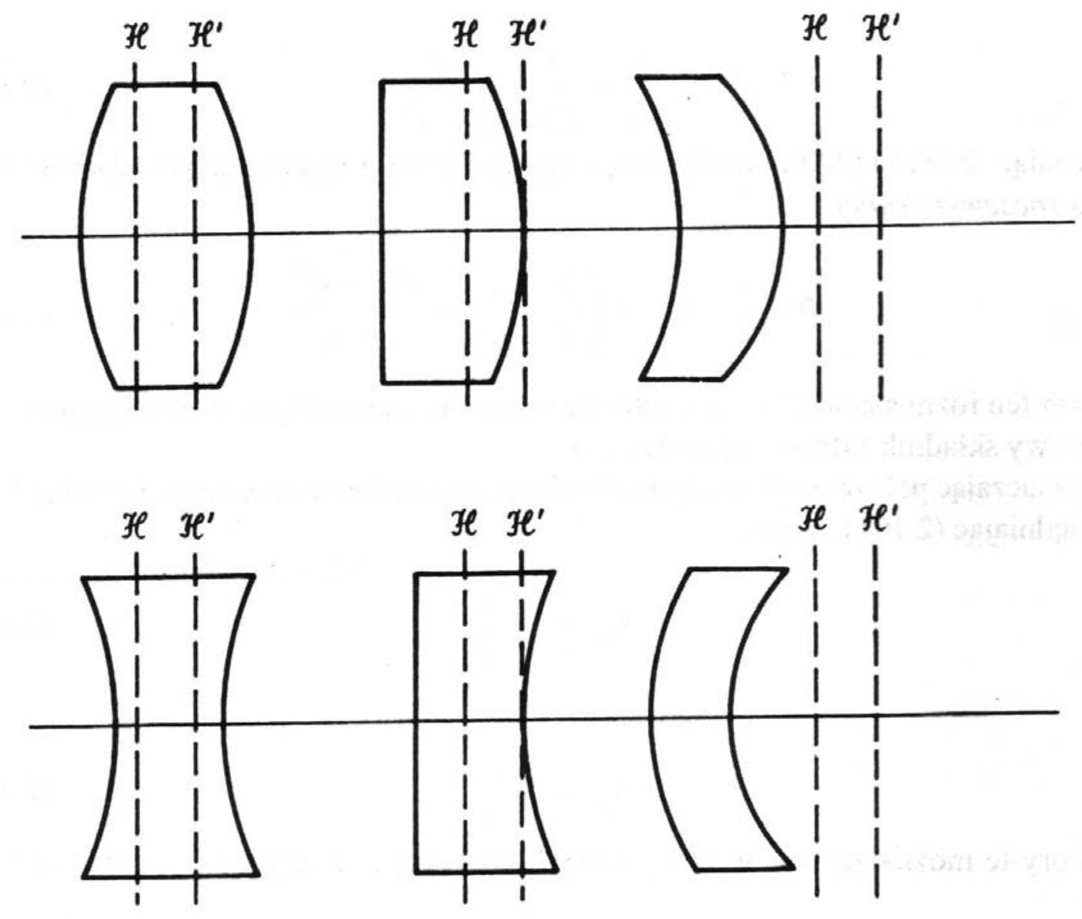


$$\boxed{\frac{1}{p}+\frac{1}{o}=\frac{1}{f}}$$

$$\boxed{M=-\frac{o}{p}}$$

$$\boxed{\frac{1}{f}=-C=\frac{(n-1)\left[n(r_2-r_1)+d(n-1)\right]}{nr_1r_2},}$$

Płaszczyzny główne



Tak jak środek masy nie musi leżeć w środku obiektu, również i płaszczyzny główne nie musza leżeć wewnątrz soczewki.

Naprawdę liczy się numerycznie dokładnie (bez założenia o przyosiowości promieni)

na przykład: ZEMAX

4a_Aberracja sferyczna_przykłady.pdf