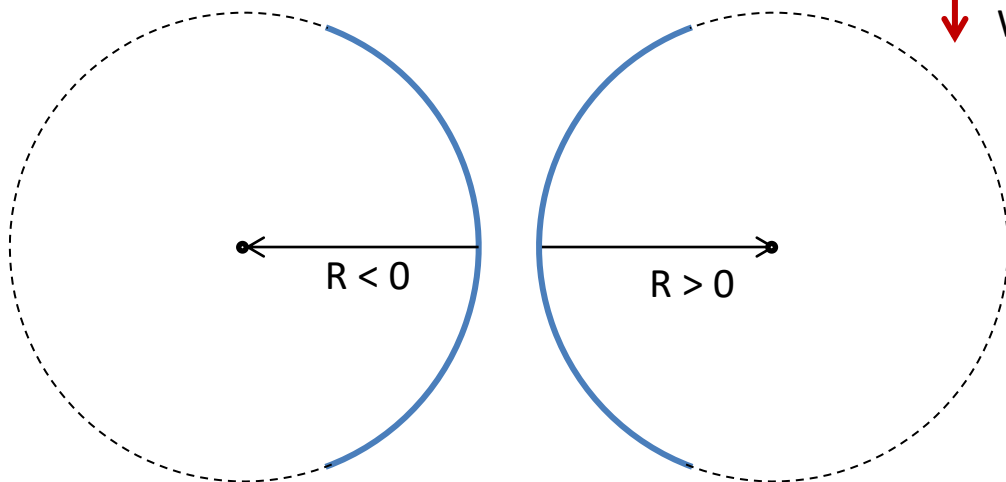
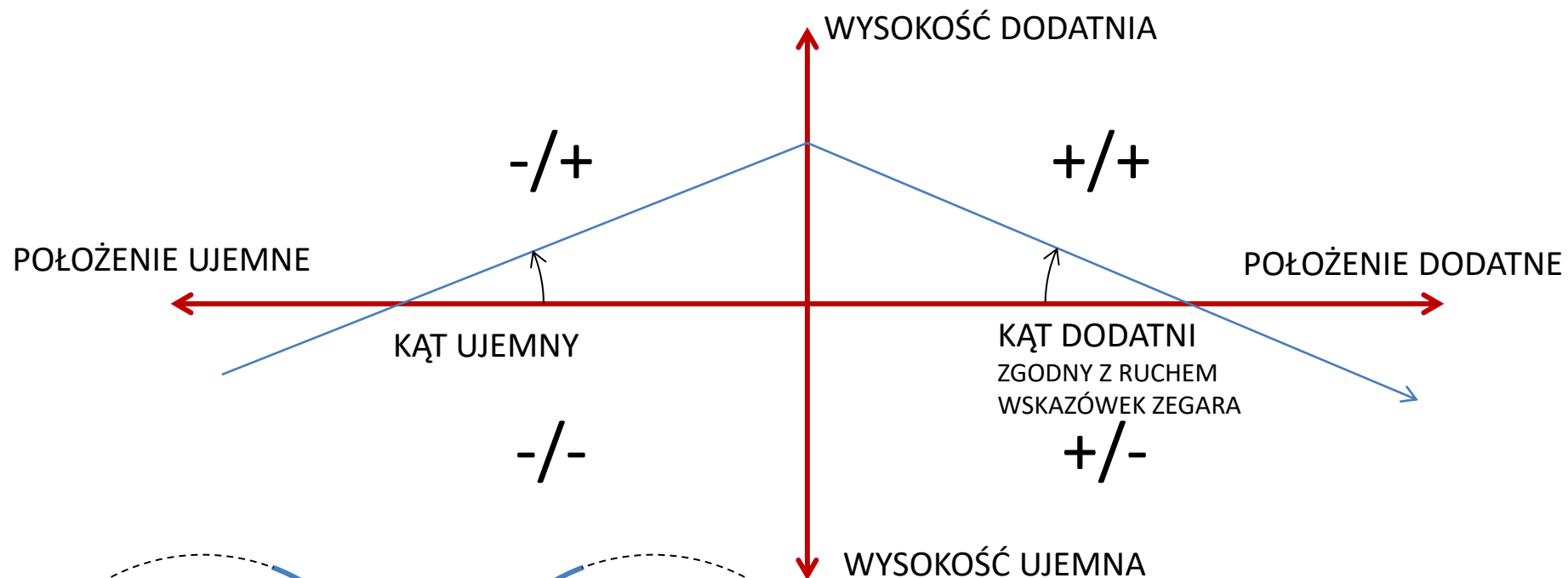


Załamanie światła na powierzchni sferycznej

KONWENCJA ZNAKÓW



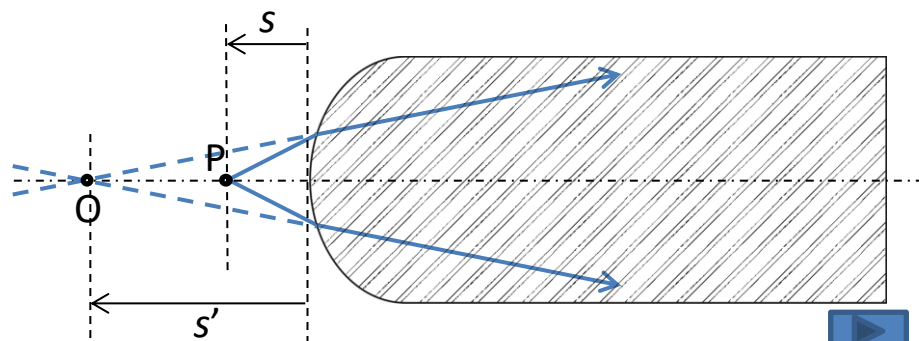
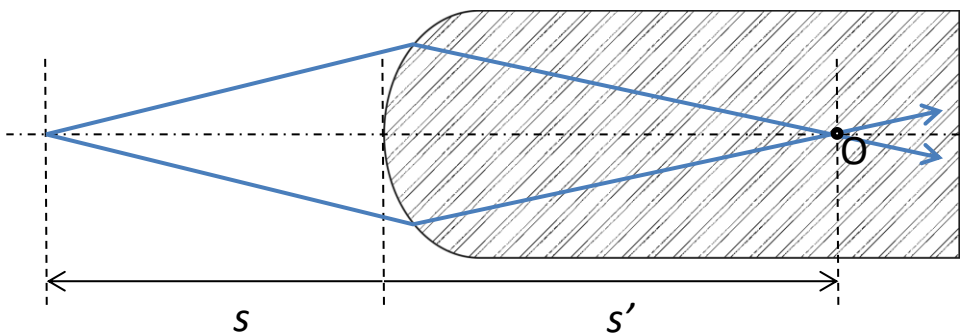
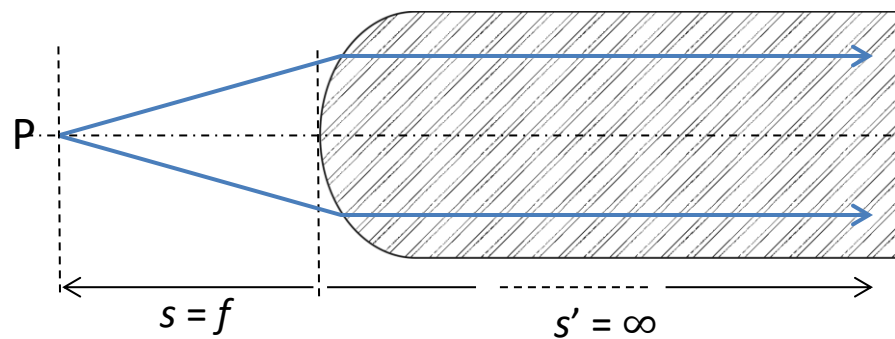
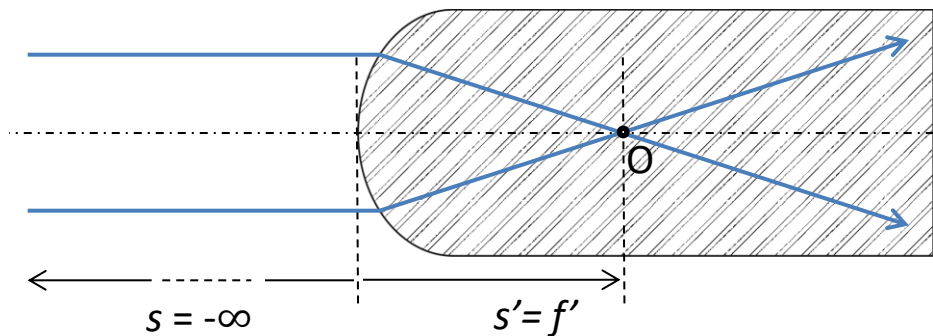
UMOWNY KIERUNEK PADANIA WIĄZKI ŚWIATŁA



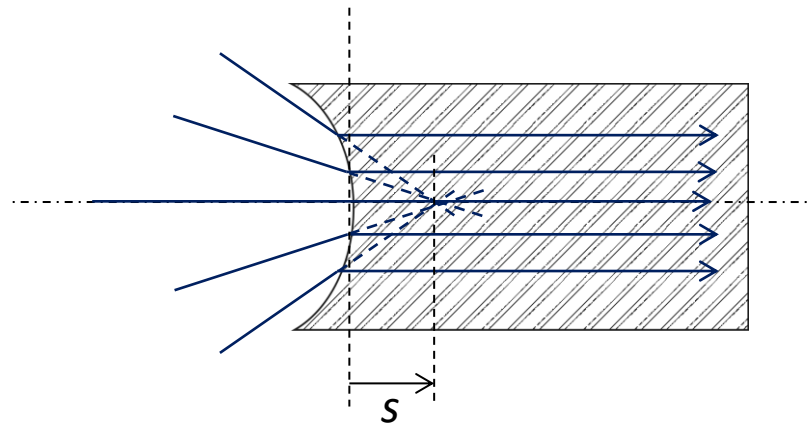
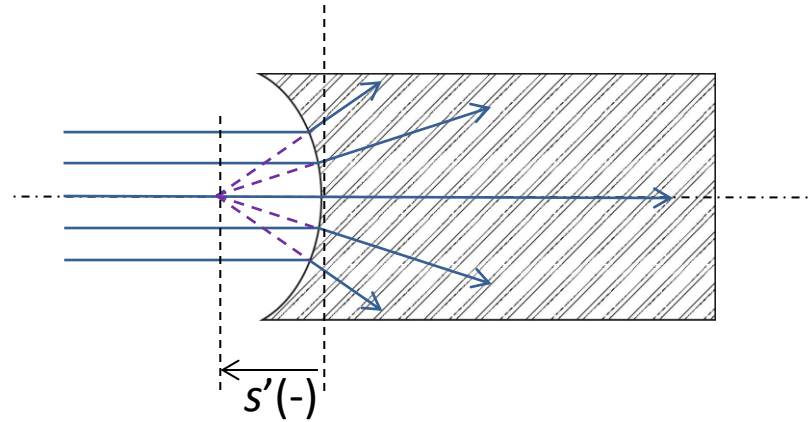
POJEDYNCZA WYPUKŁA POWIERZCHNIA SFERYCZNA

przedmiot
w nieskończoności

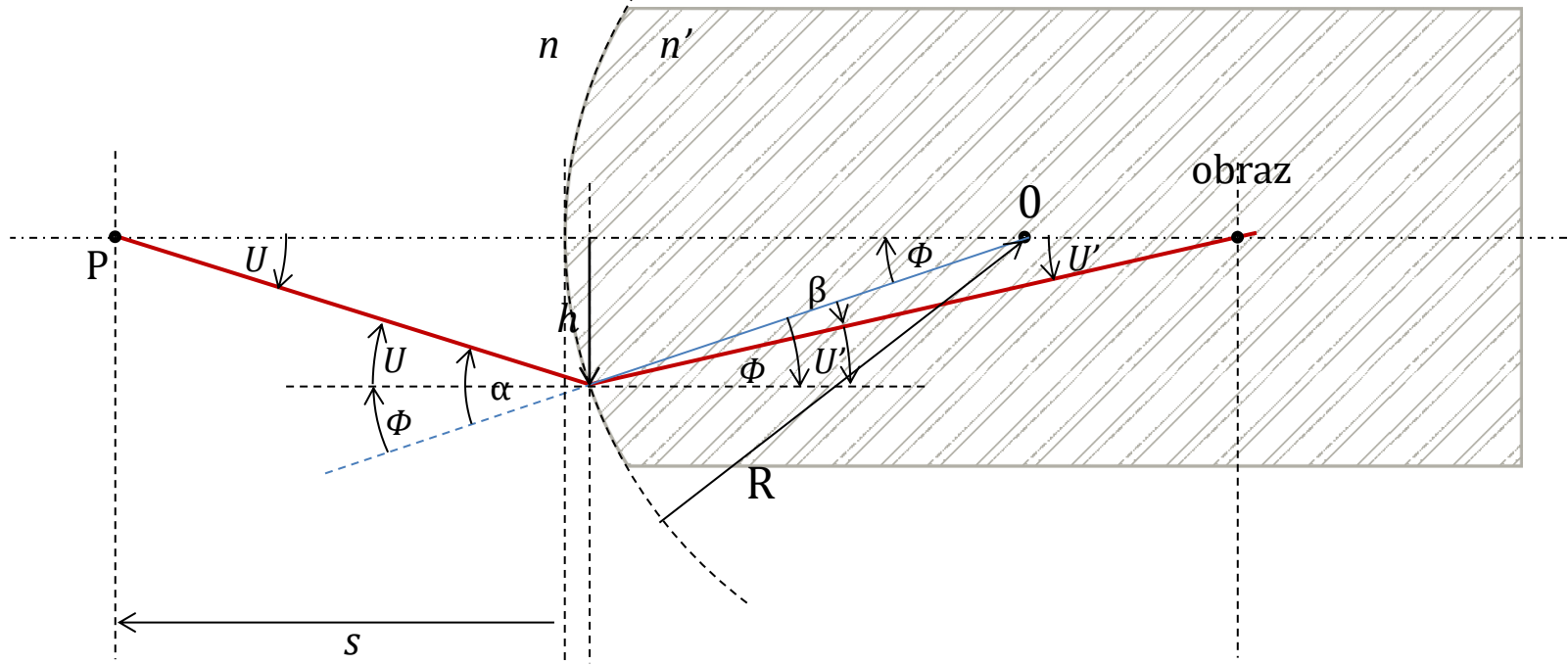
obraz



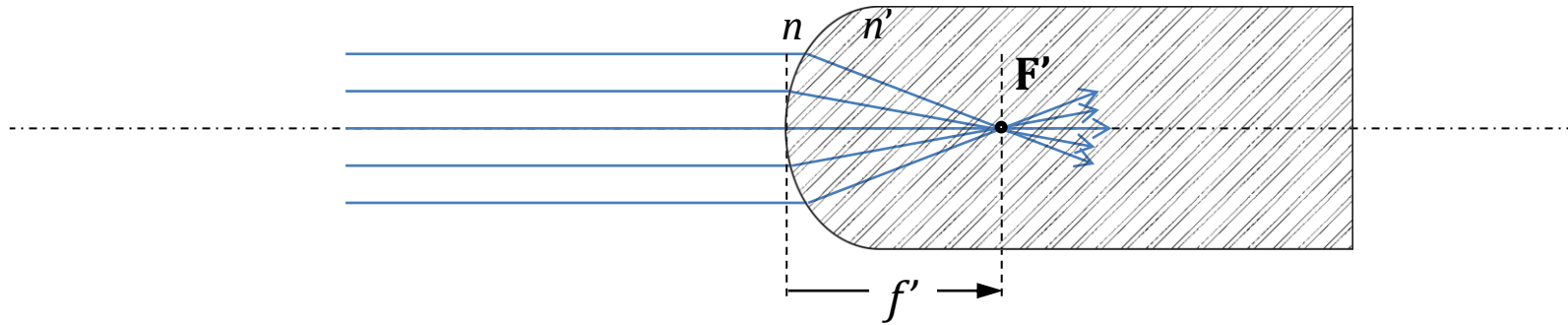
POJEDYNCZA SFERYCZNA POWIERZCHNIA WKŁĘSŁA



ZDOLNOŚĆ SKUPIAJĄCA POWIERZCHNI SFERYCZNYCH: WZÓR GAUSSA

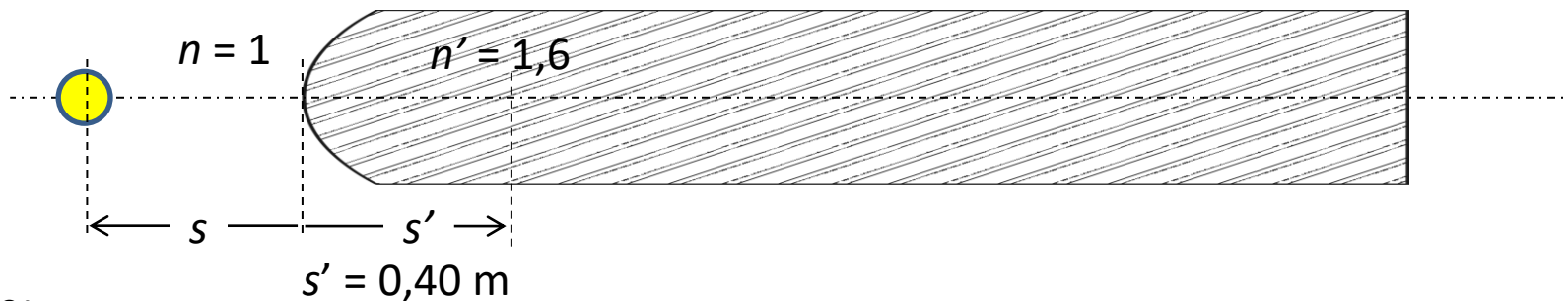


MOC OPTYCZNA (ZDOLNOŚĆ SKUPIAJĄCA) POWIERZCHNI SFERYCZNEJ



PRZYKŁAD

Punktowe źródło światła umieszczono w odległości $s = 50$ cm od pojedynczej powierzchni załamującej o mocy $+6$ dioptrii wyszlifowanej na końcu szklanego pręta wykonanego ze szkła o współczynniku załamania $1,6$. W jakiej odległości (s') od wierzchołka pręta znajduje się obraz źródła.



Dane:

$$n = 1$$

$$n' = 1,6$$

$$P = +6,0 \text{ dptr}$$

$$s = -0,50 \text{ m}$$

$$s' = ?$$

$$\frac{n}{s} + P = \frac{n'}{s'} / : n'$$

$$\frac{n}{n's} + \frac{P}{n'} = \frac{1}{s'}$$

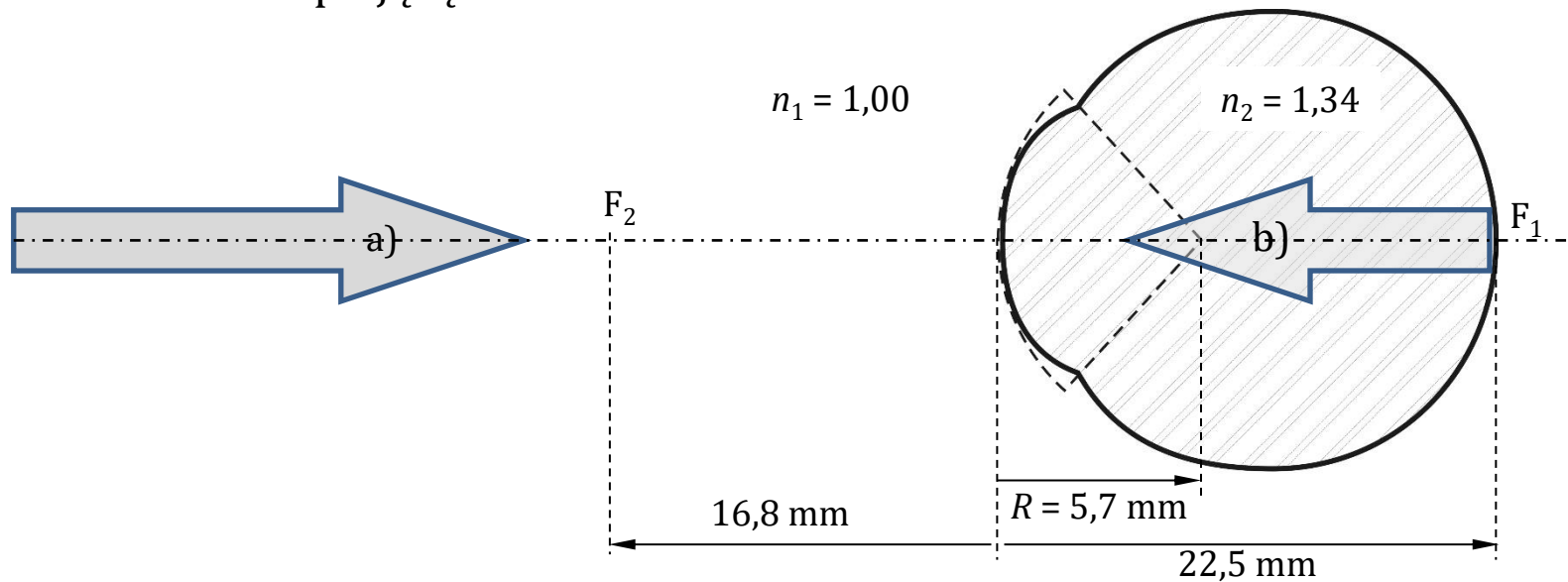
$$\frac{1 + Ps}{n's} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = \frac{n's}{1 + Ps}$$

$$s' = \frac{1,6 \cdot (-0,50\text{m})}{1 + 6,0 \frac{1}{\text{m}} \cdot (-0,50\text{m})} = \frac{-0,80}{-2,0} \text{m} = 0,40\text{m}$$



Przykład: *Oko zredukowane z jedną powierzchnią załamującą (wg. Gulstranda):* $n = 1.34$, $R = 5,7 \text{ mm}$. Wyznaczyć wartość ogniskowych: a) f_1 – wewnątrz oka, b) f_2 w powietrzu oraz zdolność skupiającą P modelu.



a)

$$P_2 = \frac{n_2}{f_2} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

$$P_2 = \frac{1,34 - 1,00}{0,0057 \text{ m}} \sim + 60 \text{ dioptrii}$$

$$f_2 = \frac{n_2}{P_2} = 0,0225 \text{ m}$$

b)

$$P_1 = \frac{n_1}{f_1} = \frac{n_1 - n_2}{R}$$

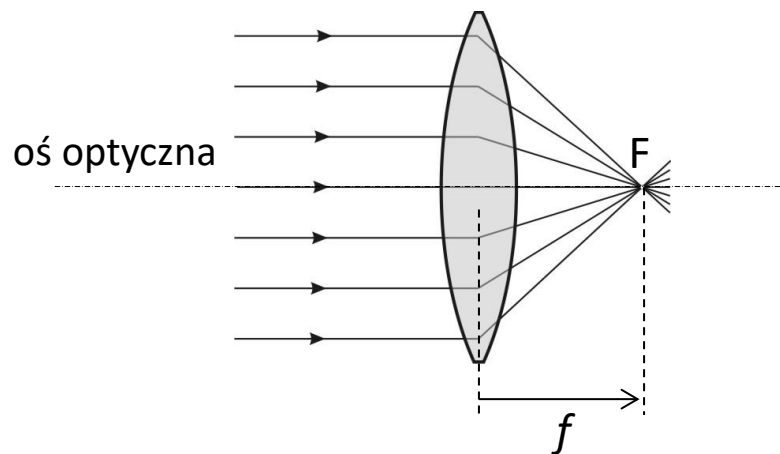
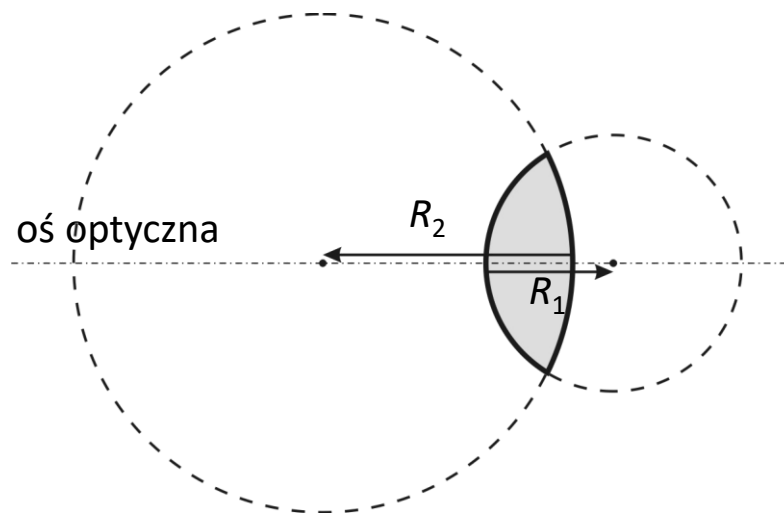
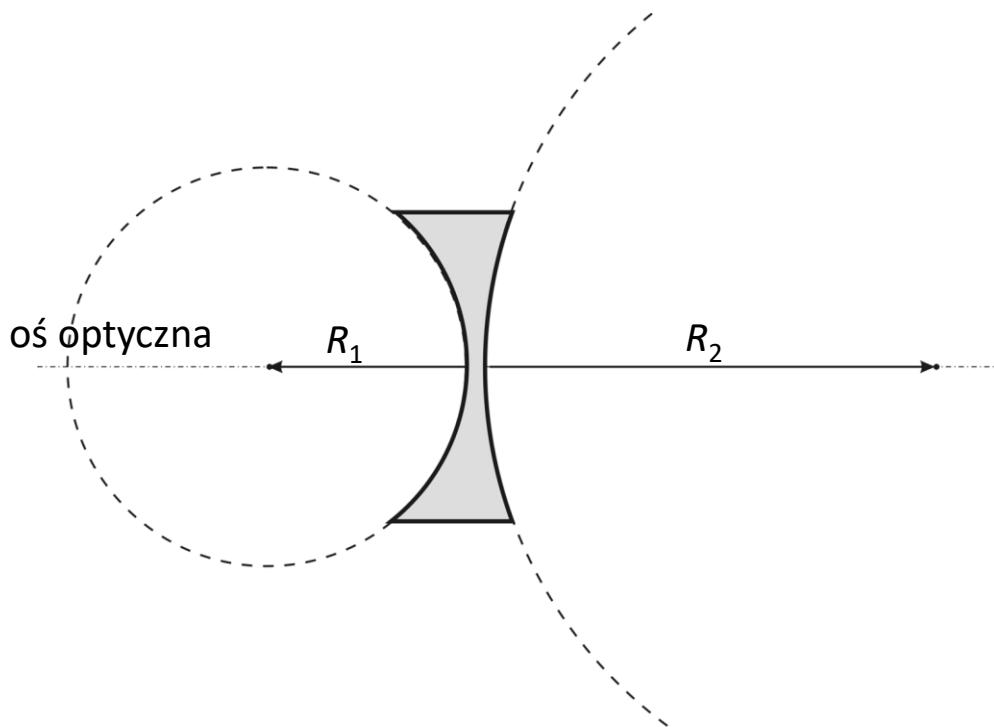
$$P_1 = ..$$

$$f_1 = ..$$

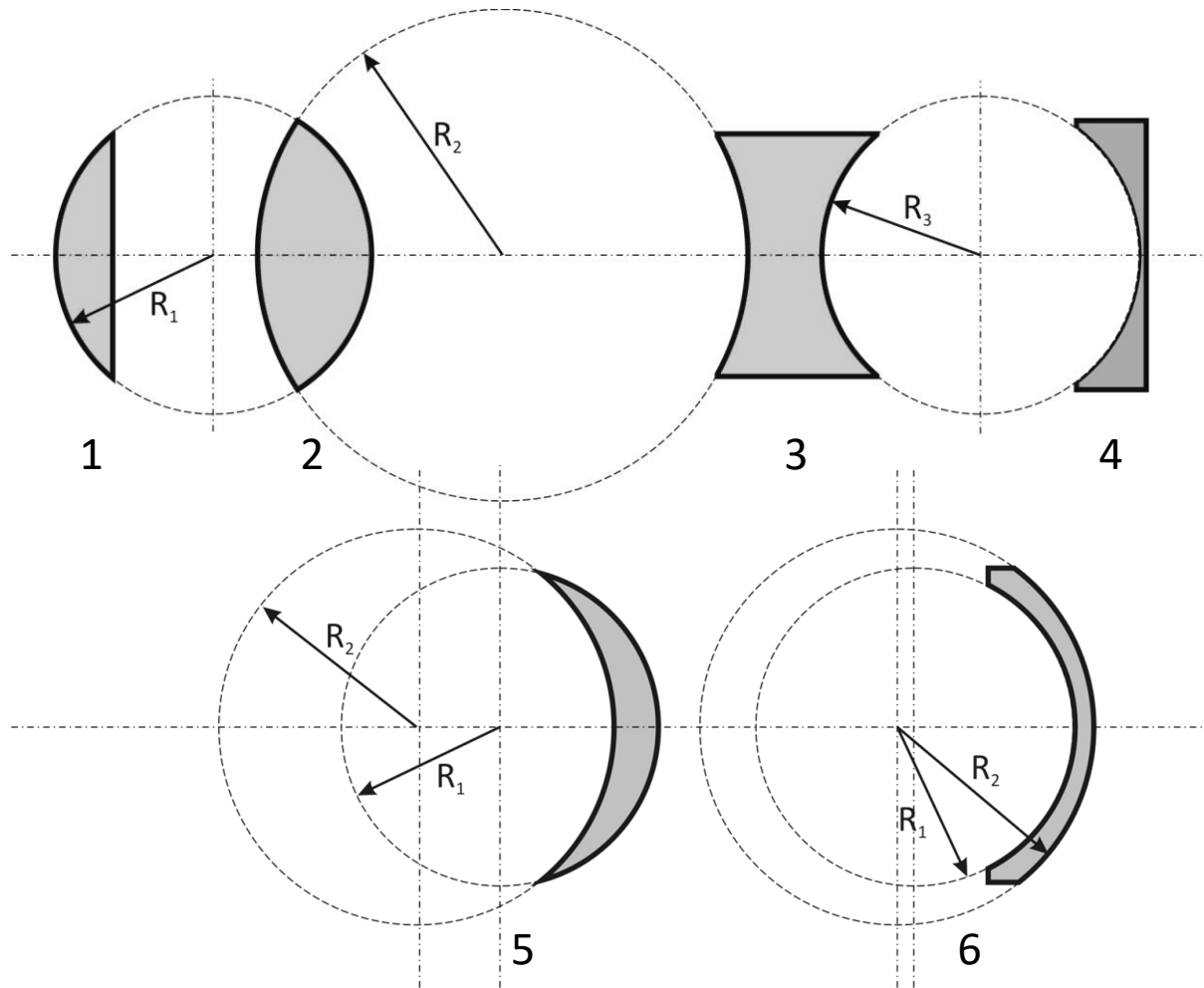
SOCZEWKI CIENKIE

soczewki, których grubość jest mała w porównaniu z długością ich ogniskowej

- PROMIEŃ KRZYWIZNY
- OŚ OPTYCZNA SOCZEWKI
- OGNISKO SOCZEWKI



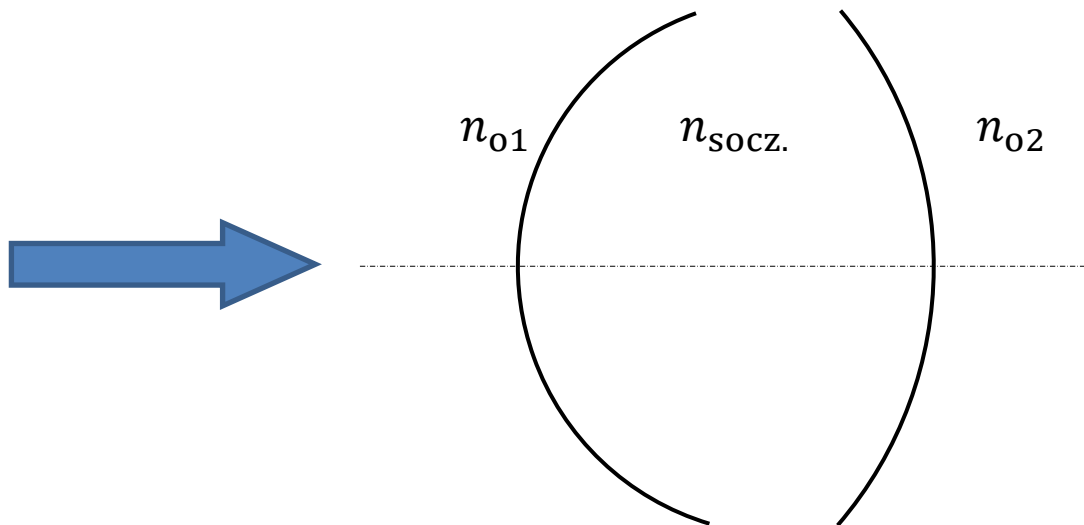
RODZAJE SOCZEWEK



MOC SFEROMETRYCZNA SOCZEWKI P_S

(WZÓR SZLIFIERZY SOCZEWEK)

Moc optyczna soczewki cienkiej:



PRZYKŁAD

Dwuwypukła soczewka o ogniskowej obrazowej w *powietrzu* 50 mm wykonana jest ze szkła o współczynniku załamania $n = 1,5$. Ile wynoszą promienie krzywizny jeśli promień krzywizny drugiej (tylnej) powierzchni jest dwa razy większy niż pierwszej (przedniej) powierzchni?

Dane:

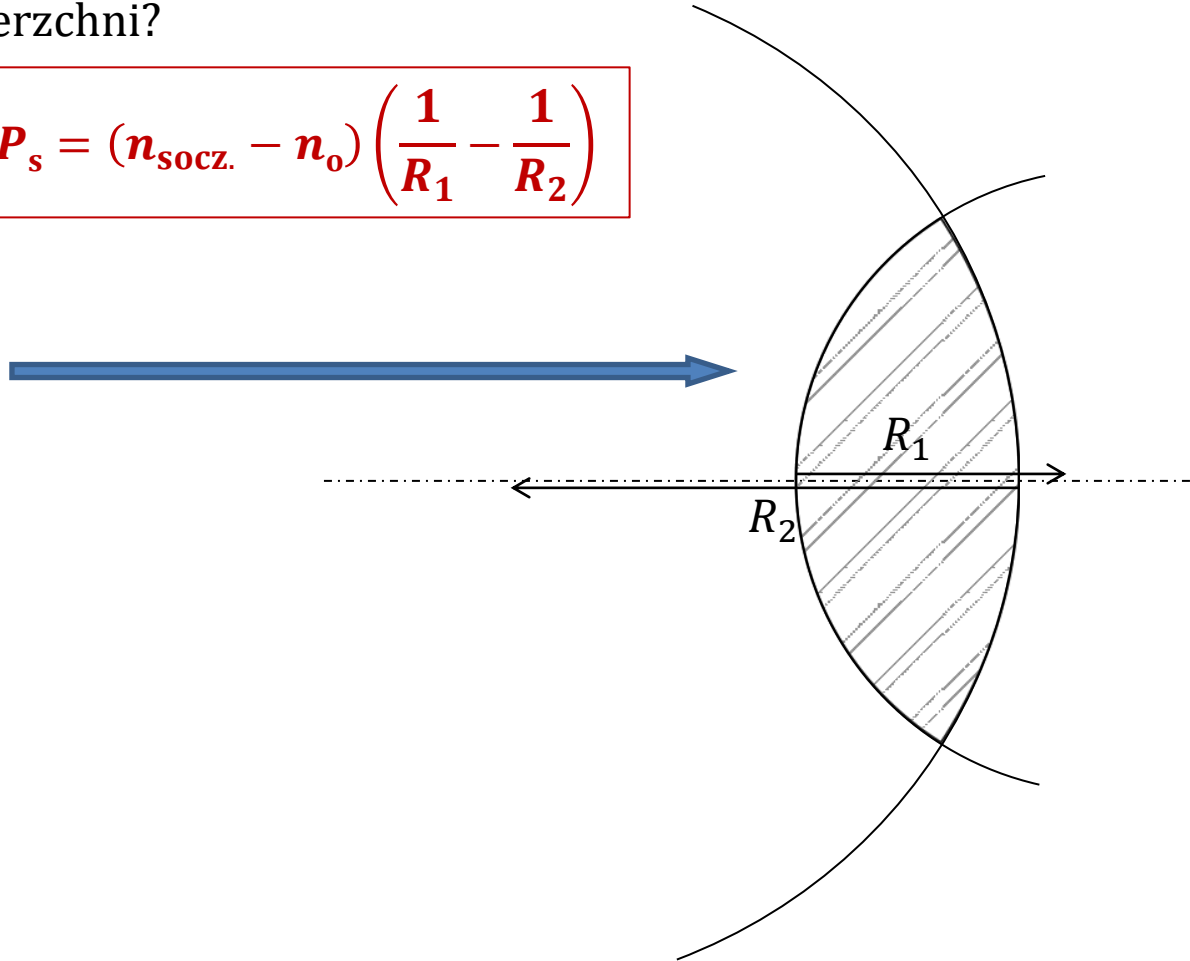
$$f' = 0,050 \text{ m}$$

$$n_o = 1$$

$$n_{\text{socz.}} = 1,5$$

$$R_2 = 2R_1$$

$$P_s = (n_{\text{socz.}} - n_o) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$



$$R_1 = +0,0375 \text{ m}$$

$$R_2 = -2R_1 = -0,0750 \text{ m}$$



PRZYKŁAD

Wyznaczyć długość ogniskowej obrazowej soczewki cienkiej wykonanej ze szkła o współczynniku załamania $n_s = 1,60$ o promieniach wynoszących odpowiednio $R_1 = 100\text{ mm}$ i $R_2 = -100\text{ mm}$., jeśli:

a) z jednej strony jest powietrze ($n_p=1,00$) a z drugiej strony woda ($n_w = 1.33$):

$$P = \frac{n_w}{f'}$$

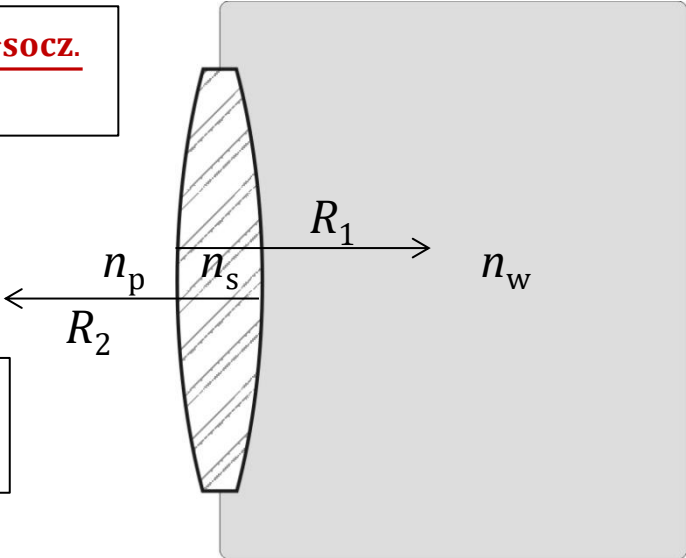
$$f' = \frac{n_w}{P}$$

$$P = \frac{n_{\text{socz.}} - n_{o1}}{R_1} + \frac{n_{o2} - n_{\text{socz.}}}{R_2}$$

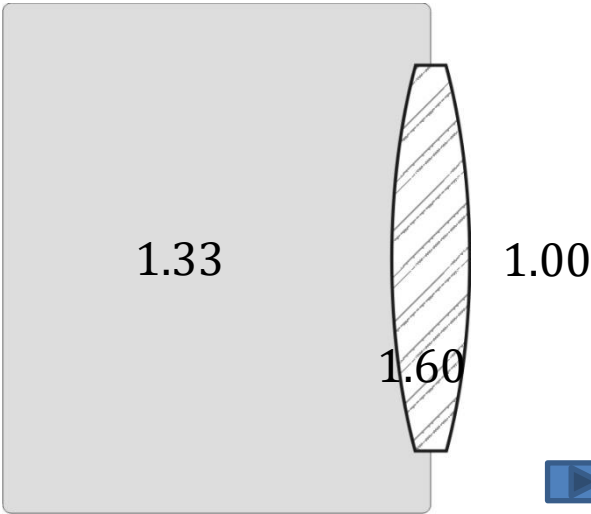
$$P = \frac{n_{\text{socz.}} - n_p}{R_1} + \frac{n_w - n_{\text{socz.}}}{R_2}$$

$$P = \frac{1,60 - 1,00}{0,100\text{ m}} + \frac{1,33 - 1,60}{-0,100\text{ m}} = 8,70\text{ dioptrii}$$

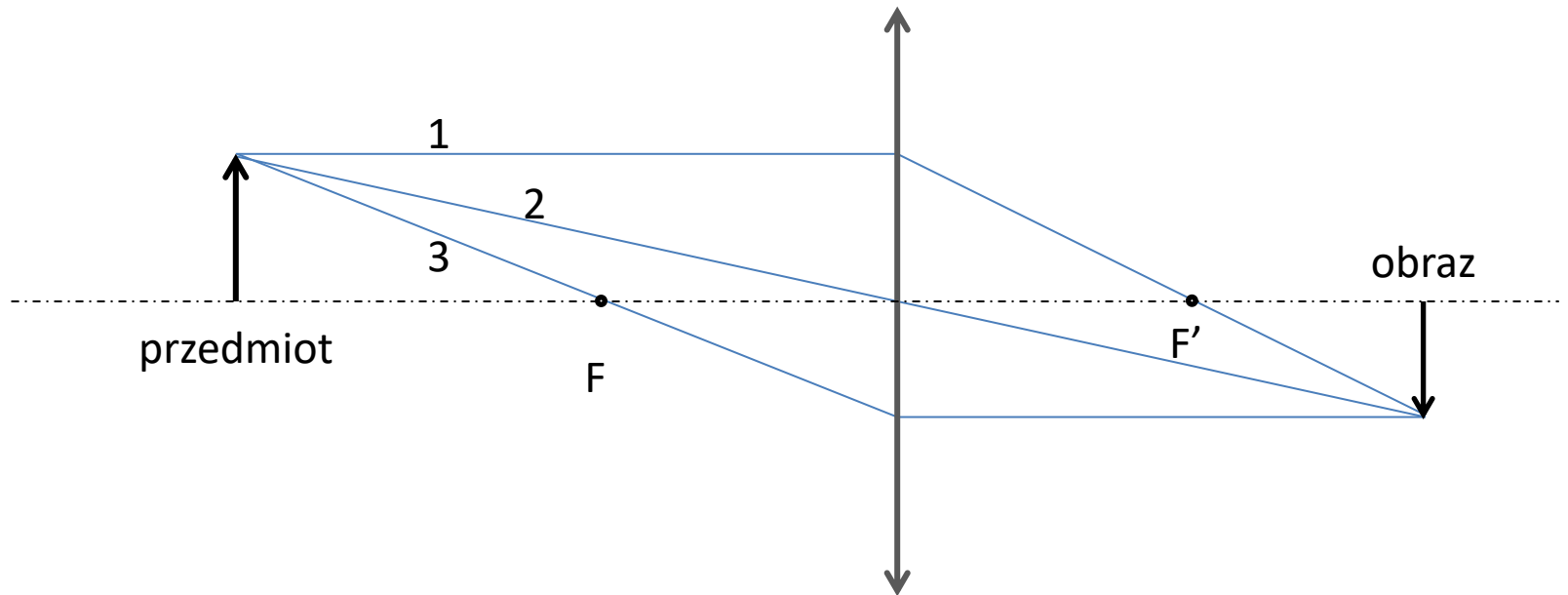
$$f' = \frac{n_w}{P} = \frac{1,33}{8,70\text{ dioptrii}} = 0,153\text{ m}$$



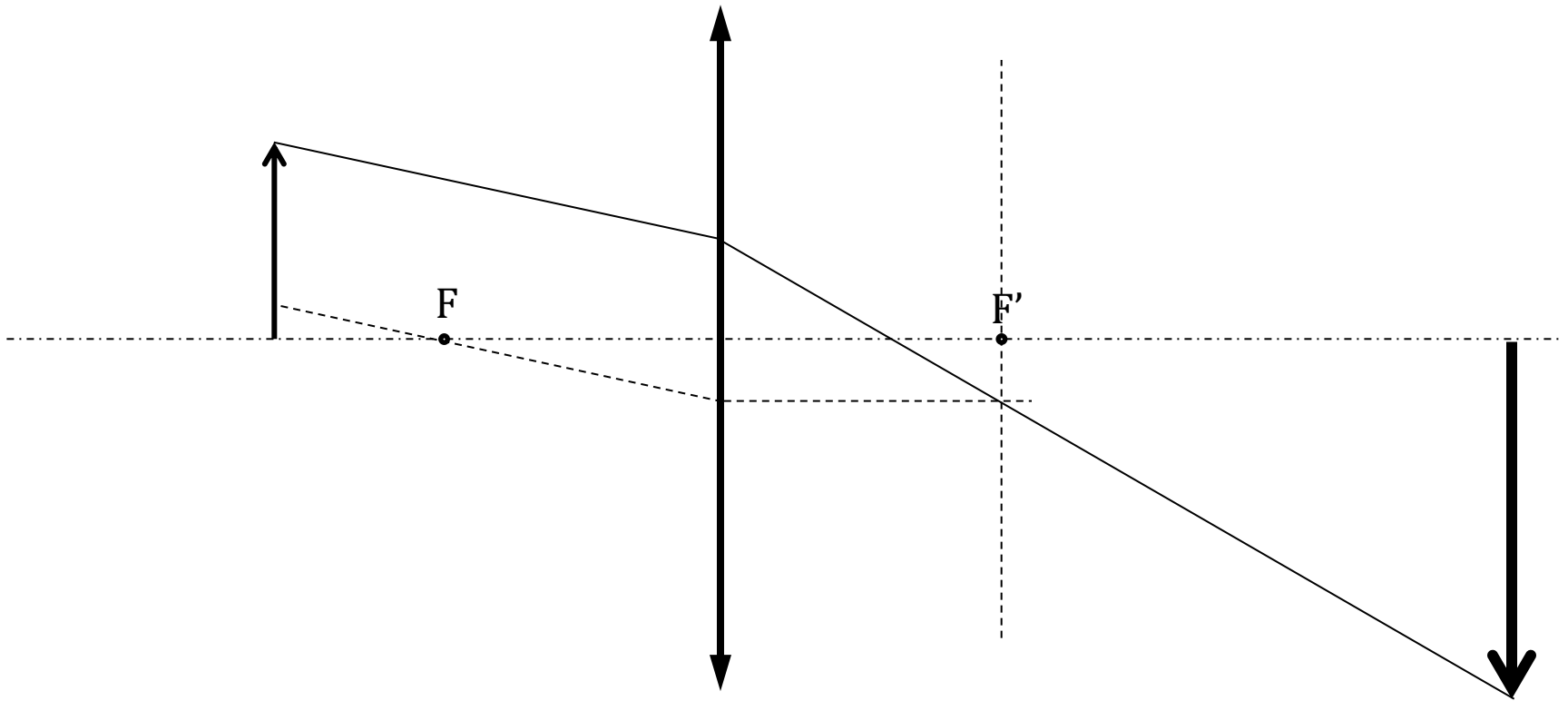
b) przed soczewką jest woda a za nią jest powietrze:



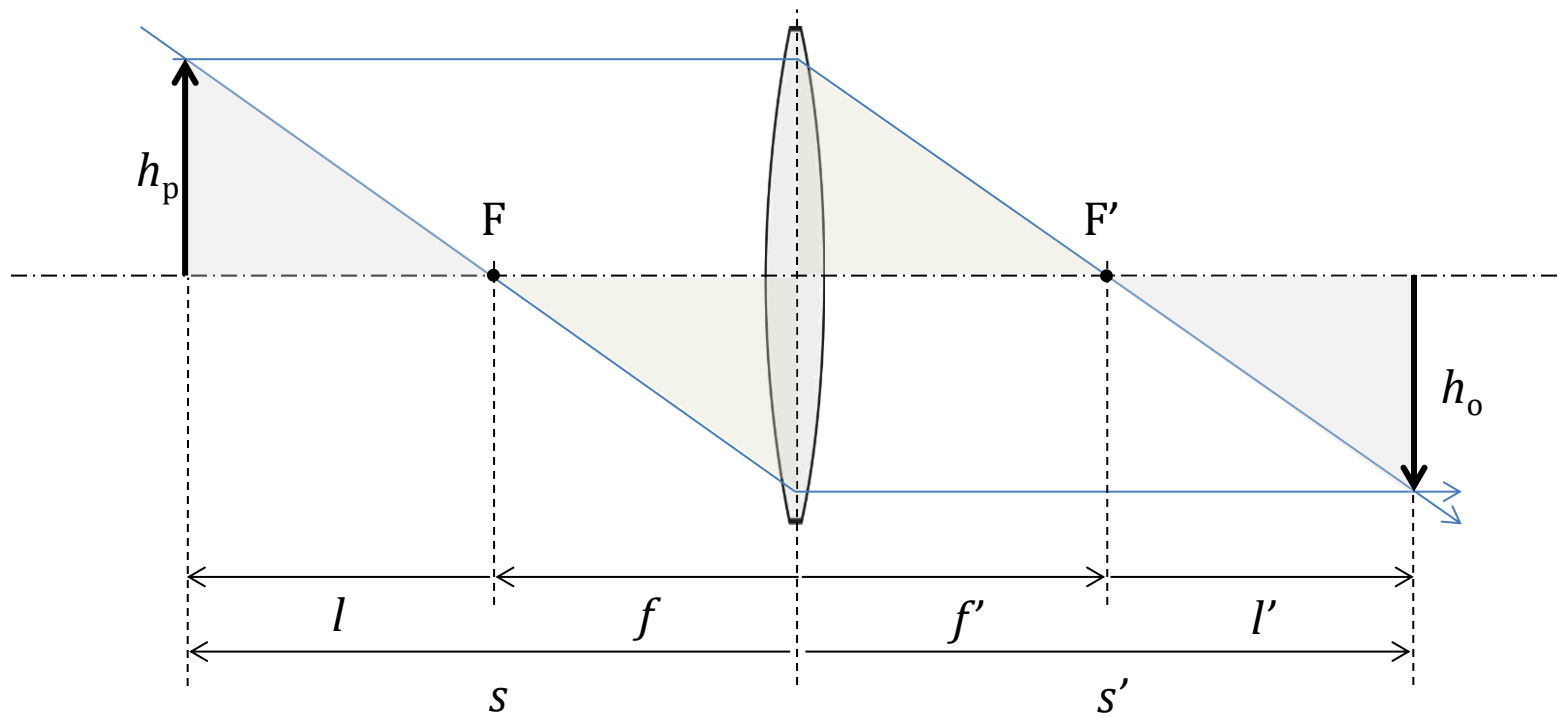
GRAFICZNA KONSTRUKCJA WYZNACZANIA POŁOŻENIA OBRAZU



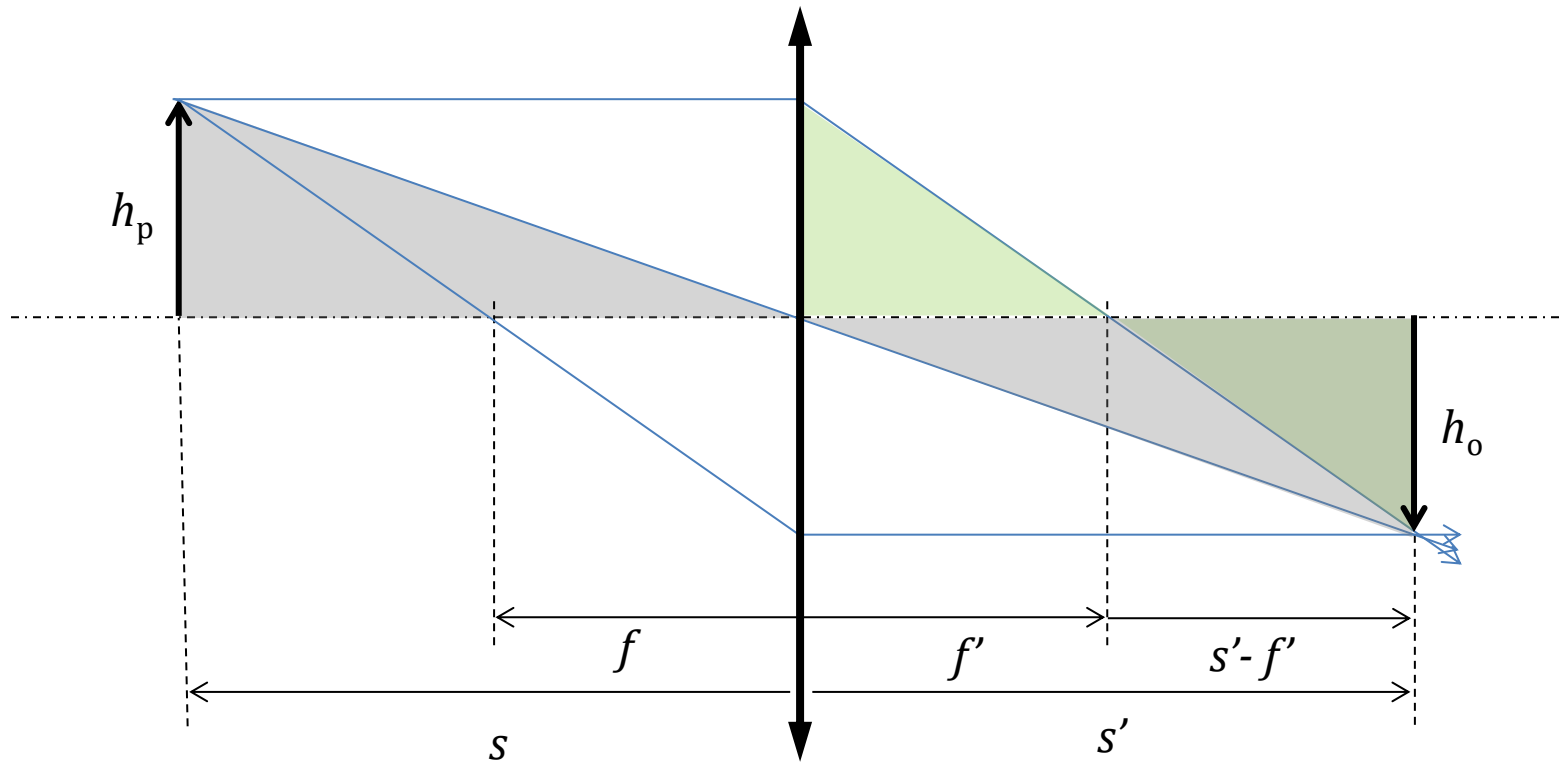
Jak przewidzieć bieg dowolnego promienia padającego ukośnie na soczewkę?



WZÓR SOCZEWKOWY NEWTONA



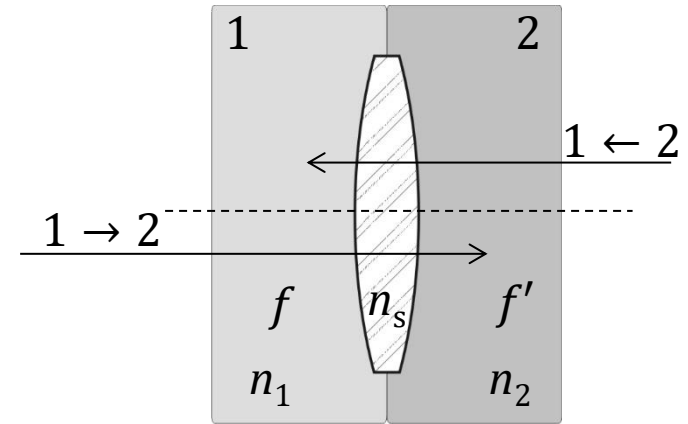
RÓWNANIE SOCZEWKOWE (SOCZEWKI CIENKIE)



RÓWNANIE SOCZEWKOWE - PRZYPADEK OGÓLNY

$$P_{1 \rightarrow 2} = \frac{n_s - n_1}{R_1} + \frac{n_2 - n_s}{R_2} = \frac{n_2}{f'}$$

$$P_{2 \leftarrow 1} = \frac{n_s - n_2}{R_2} + \frac{n_1 - n_s}{R_1} = \frac{n_1}{f}$$



$$P_{1 \rightarrow 2} = -P_{2 \leftarrow 1} \quad \rightarrow \quad \frac{n_1}{f} = -\frac{n_2}{f'} \quad \rightarrow \quad \frac{f}{f'} = -\frac{n_1}{n_2}$$

RÓWNANIE SOCZEWKOWE:

$$\frac{n_1}{s} + P = \frac{n_2}{s'} \quad \rightarrow \quad \frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{f'} = \frac{n_2}{s'}$$

$$\frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{f'} = \frac{n_2}{s'} \quad /: n_2$$

$$\frac{n_1}{n_2 s} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{s'}$$

$$-\frac{f}{f' s} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} \quad / \cdot f'$$

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

PRZYKŁAD: Przedmiot umieszczono pod powierzchnią wody na głębokości: a) 20,0 cm, b) 30,0 cm.

Na powierzchni wody znajduje się soczewka o ogniskowej w powietrzu równej 10,0 cm. W jakiej odległości s' od powierzchni wody powstanie obraz przedmiotu?

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

$$\frac{n_1}{f} = -\frac{n_2}{f'}$$

$$\frac{n_w}{f} = -\frac{n_p}{f'}$$

Obliczyć długość ogniskowej przedmiotowej w wodzie f .

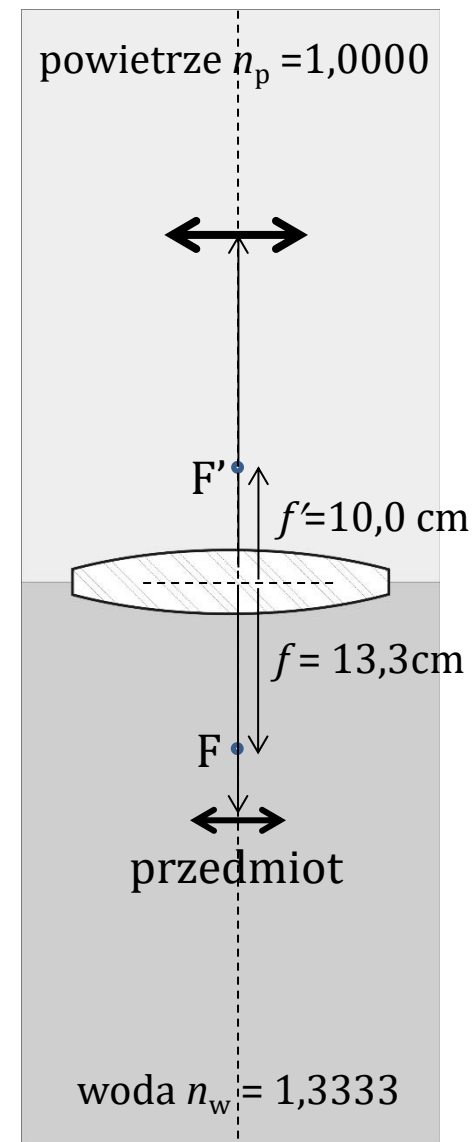
$$\frac{n_w}{f} = -\frac{n_p}{f'}$$

$$f = -\frac{f' \cdot n_w}{n_p} = -\frac{10,0 \text{ cm} \cdot 1,333}{1,00} = -13,3 \text{ cm}$$

a) Obliczyć odległość s' obrazu od soczewki.

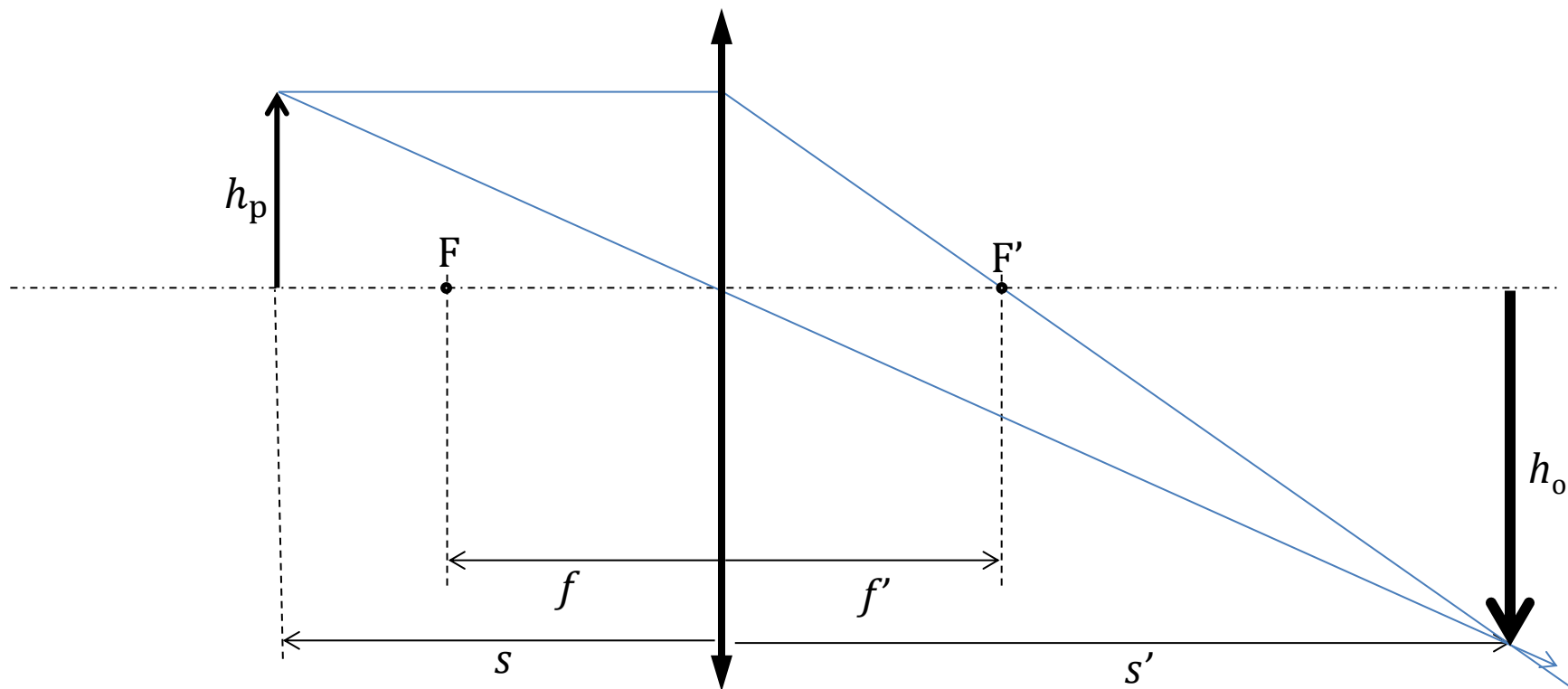
$$s' = \frac{f' \cdot s}{s - f} = \frac{10,0 \text{ cm} \cdot (-20,0 \text{ cm})}{-20,0 \text{ cm} - (-13,3 \text{ cm})} = 29,9 \text{ cm}$$

b) $s' = 18,0 \text{ cm}$



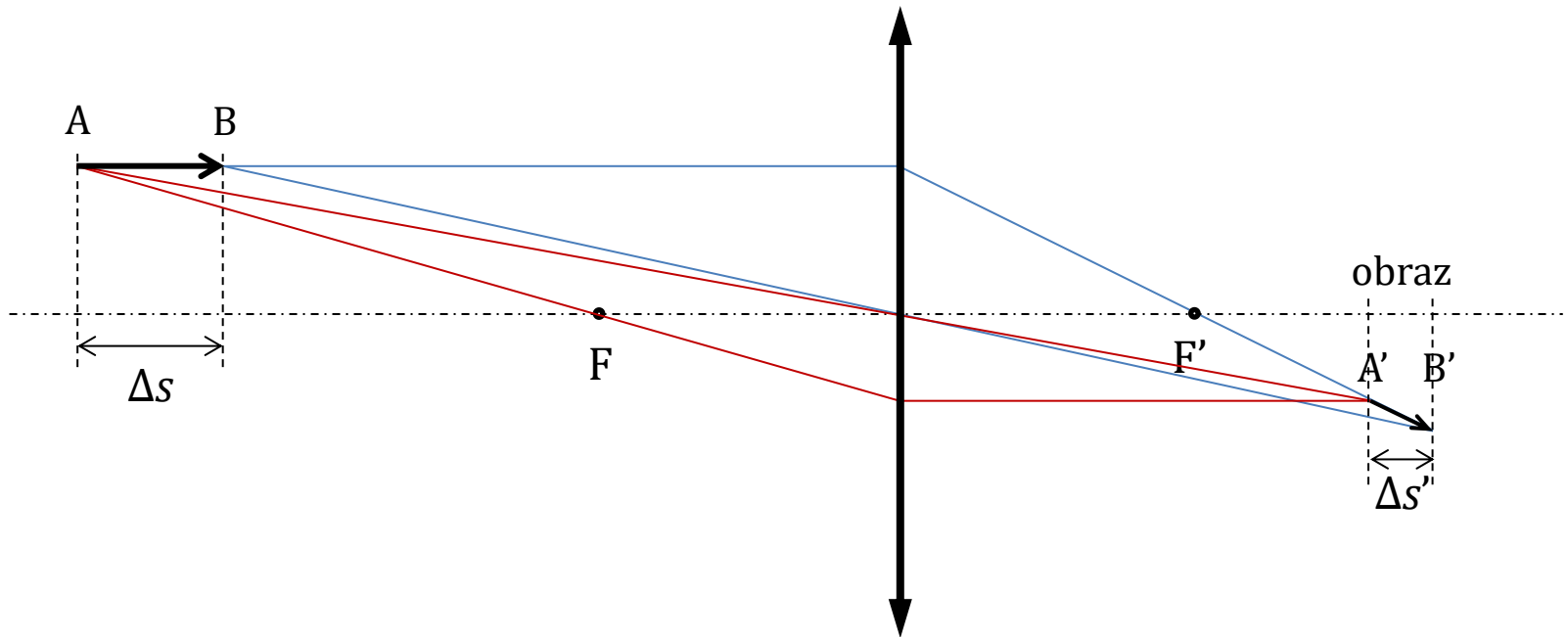
POWIĘKSZENIE

- LINIOWE (POPRZECZNE)
- OSIOWE (PODŁUŻNE)
- KĄTOWE!



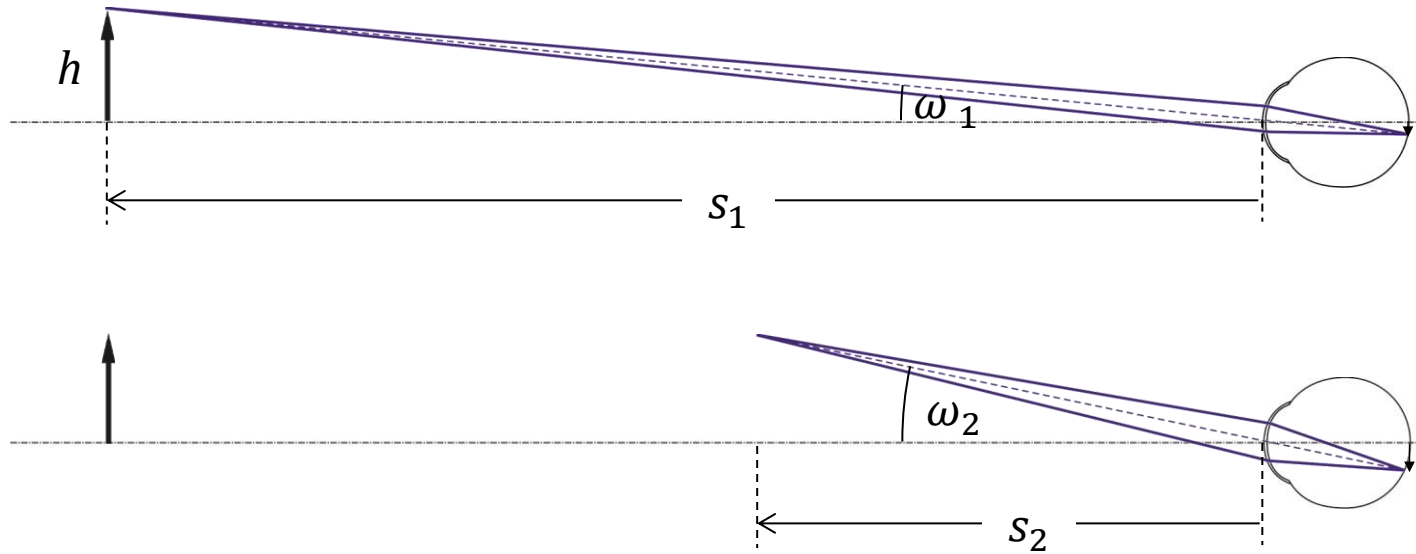
POWIĘKSZENIE

- LINIOWE (POPRZECZNE)
- **OSIOWE (PODŁUŻNE)**
- KĄTOWE!



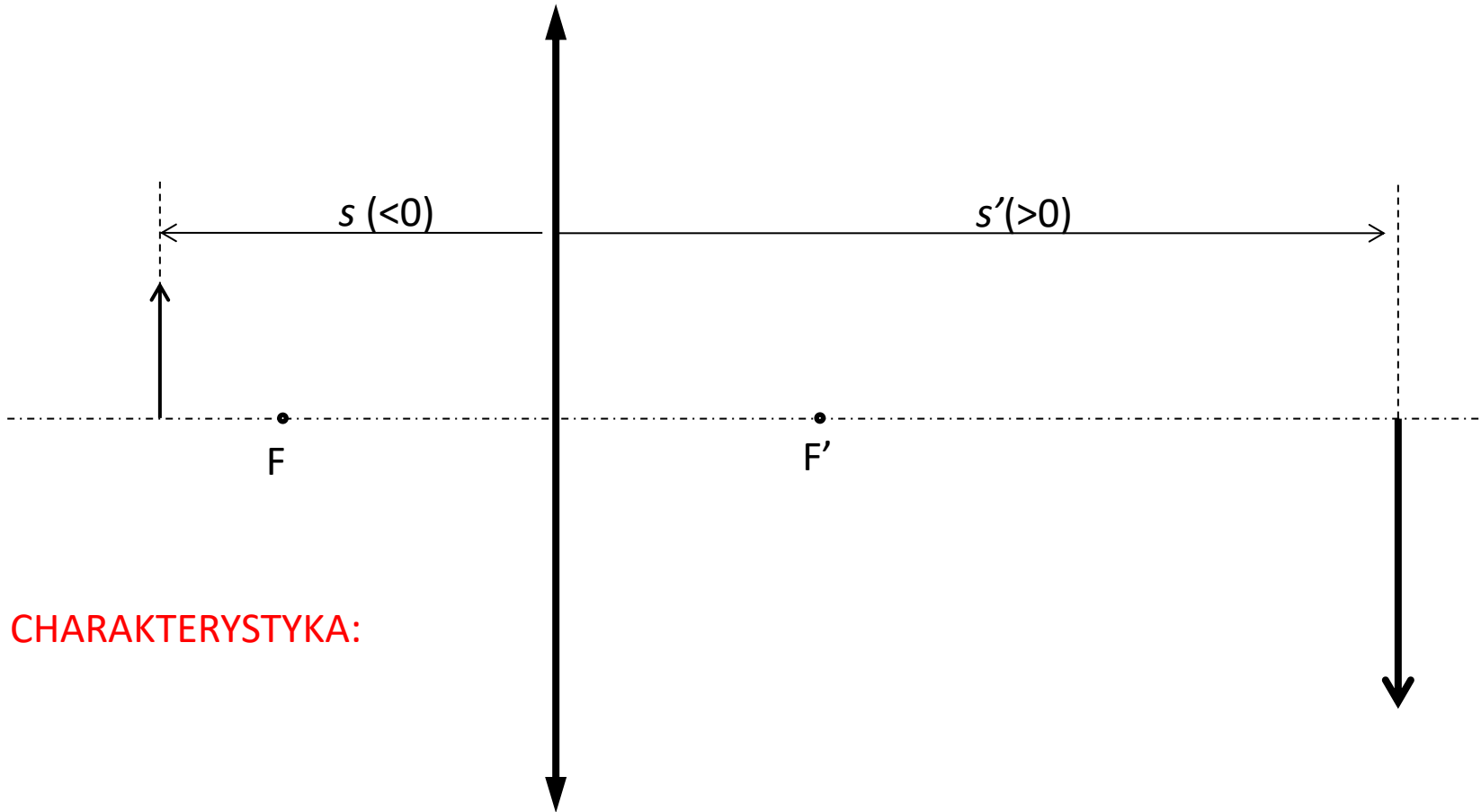
POWIĘKSZENIE

- LINIOWE (POPRZECZNE)
- OSIOWE (PODŁUŻNE)
- **KĄTOWE!**



PRZYKŁADOWE KONSTRUKCJE

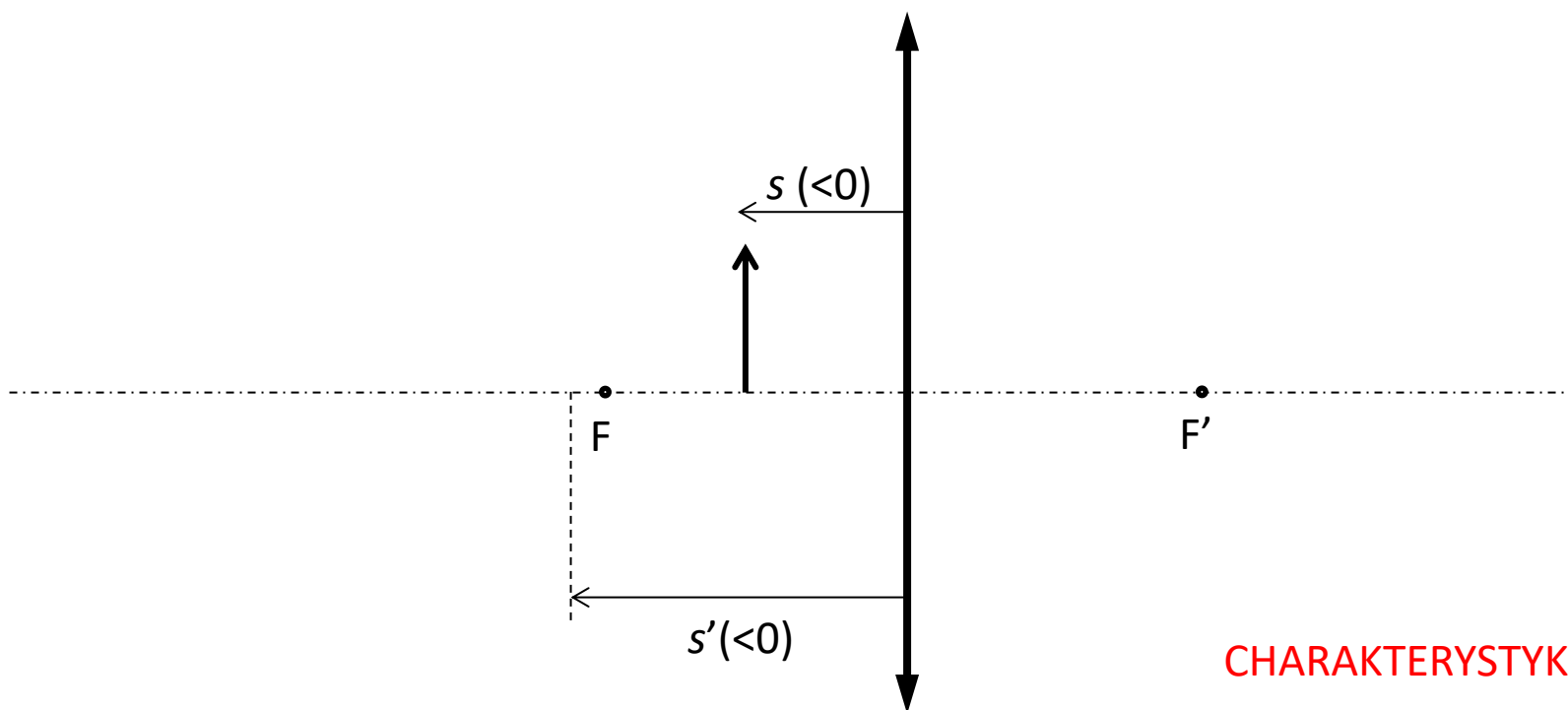
SOCZEWKA DODATNIA: PRZEDMIOT W ODLEGŁOŚCI WIĘKSZEJ NIŻ OGNISKOWA



CHARAKTERYSTYKA:

PRZYKŁADOWE KONSTRUKCJE

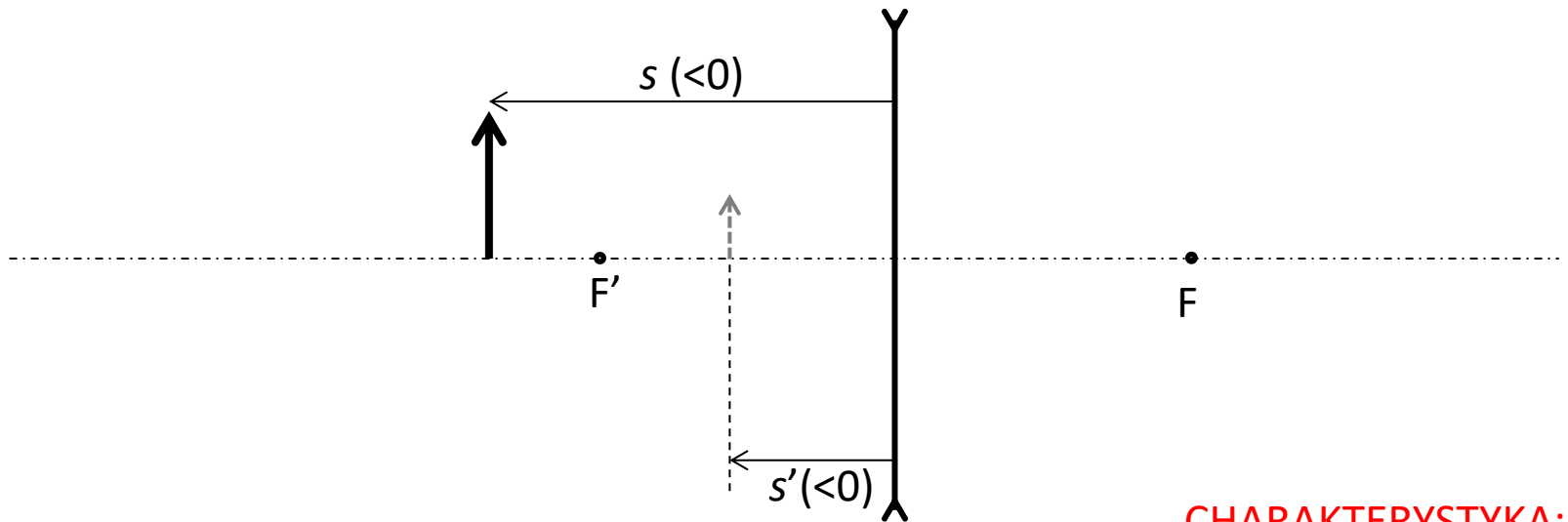
SOCZEWKA DODATNIA: PRZEDMIOT POMIĘDZY SOCZEWKĄ I OGNISKIEM



CHARAKTERYSTYKA:

PRZYKŁADOWE KONSTRUKCJE

SOCZEWKA UJEMNA (ROZPRASZAJĄCA): PRZEDMIOT W ODLEGŁOŚCI OD SOCZEWKI WIĘKSZEJ NIŻ DŁUGOŚĆ OGNISKOWEJ.



CHARAKTERYSTYKA:

ĆWICZENIE LABORATORYJNE:

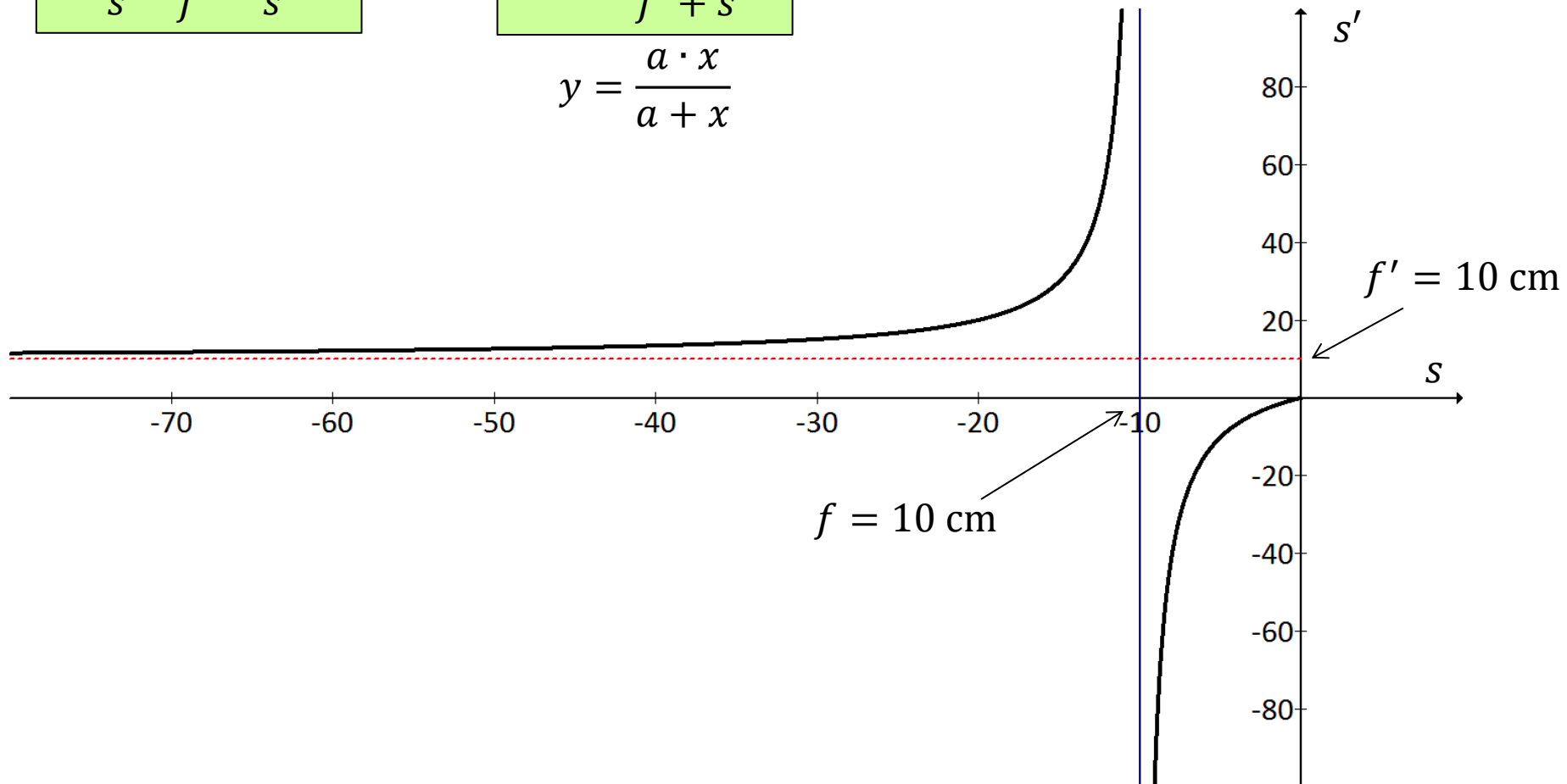
WYZNACZANIE OGNISKOWEJ SOCZEWKI METODĄ BADANIA RELACJI POMIĘDZY POŁOŻENIEM PRZEDMIOTU I JEGO OBRAZU

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

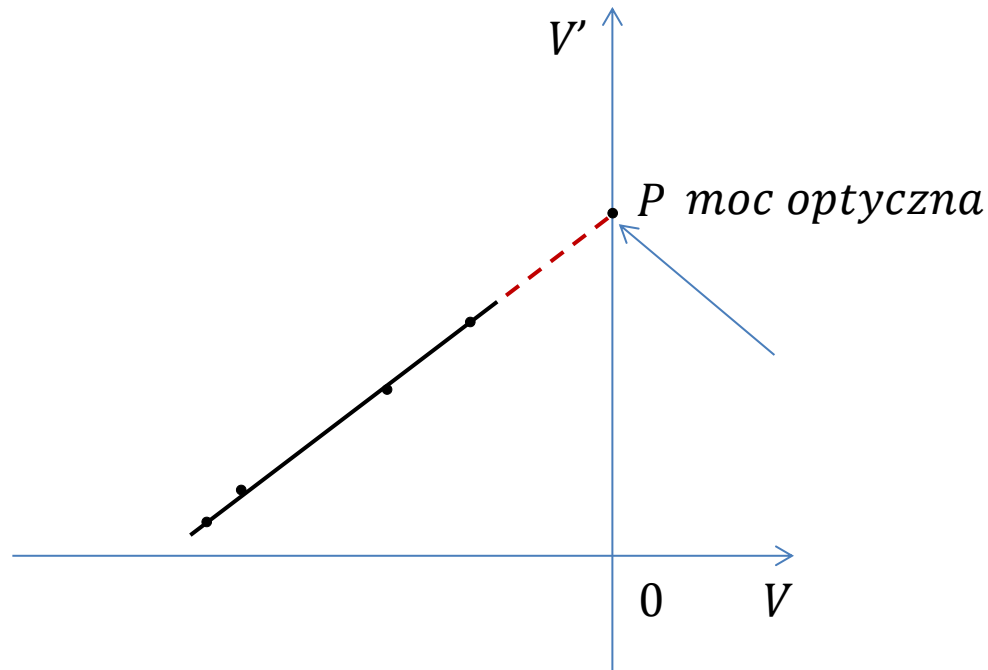


$$s' = \frac{f' s}{f' + s}$$

$$y = \frac{a \cdot x}{a + x}$$



1b. Relacja między położeniem przedmiotu i obrazu



METODA PRZYDATNA JEDYNNIE DLA SOCZEWEK CIENKICH