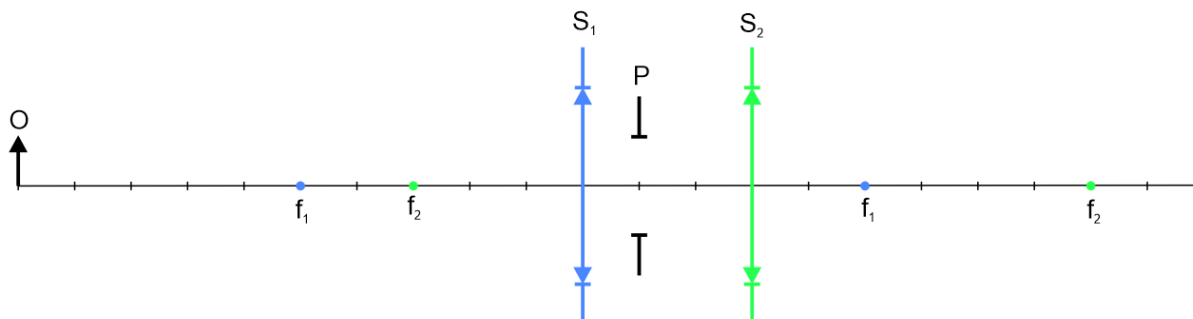


**Zadanie 1. [10 pkt.]** Dwie soczewki cienkie o ogniskowych  $f_1 = 50 \text{ mm}$  i  $f_2 = 60 \text{ mm}$  i średnicach czynnych  $d = 10 \text{ mm}$ , są położone w odległości  $t = 30 \text{ mm}$  od siebie. Między soczewkami w odległości  $d_1 = 10 \text{ mm}$  za pierwszą soczewką znajduje się diafragma o średnicy  $2r = 5 \text{ mm}$ . Przedmiot ustawiono w odległości  $s = 10 \text{ cm}$  przed pierwszą soczewką. Narysuj starannie układ. Oblicz i narysuj gdzie powstaje obraz przedmiotu. Rozstrzygnij (z uzasadnieniem, graficznie oraz rachunkowo), która z przysłon jest przysłoną aperturową. Narysuj promień aperturowy i promień połowy. Nazwij odpowiednie źrenice i luki w układzie. Określ, jakiej maksymalnej wielkości przedmiot można obrazować w tym układzie.

1. Rysuję układ na podstawie danych z zadania (skala pionowa inna niż skala pozioma):



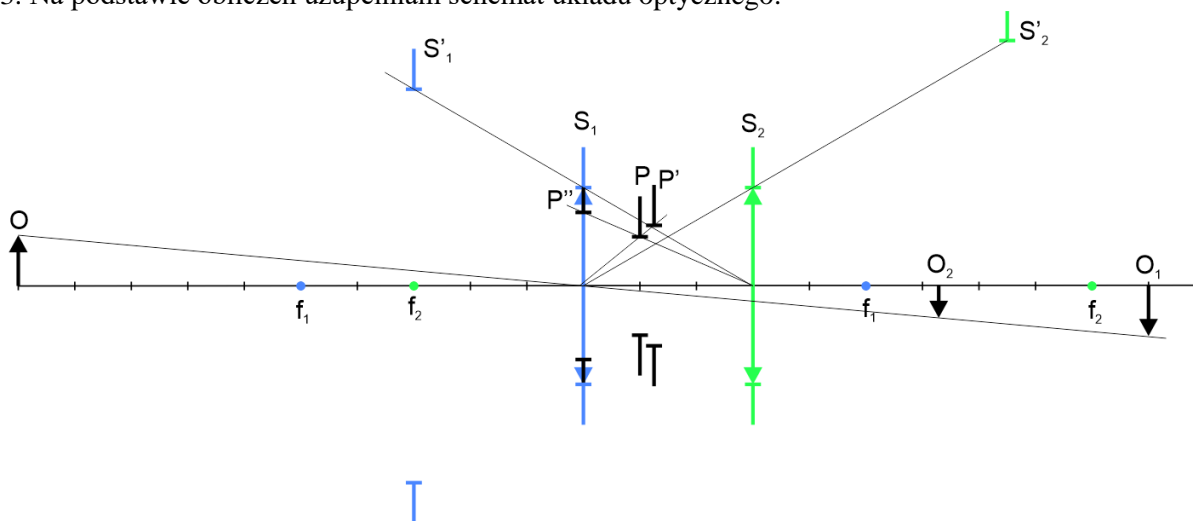
2. Korzystając 6 razy ze wzoru:

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

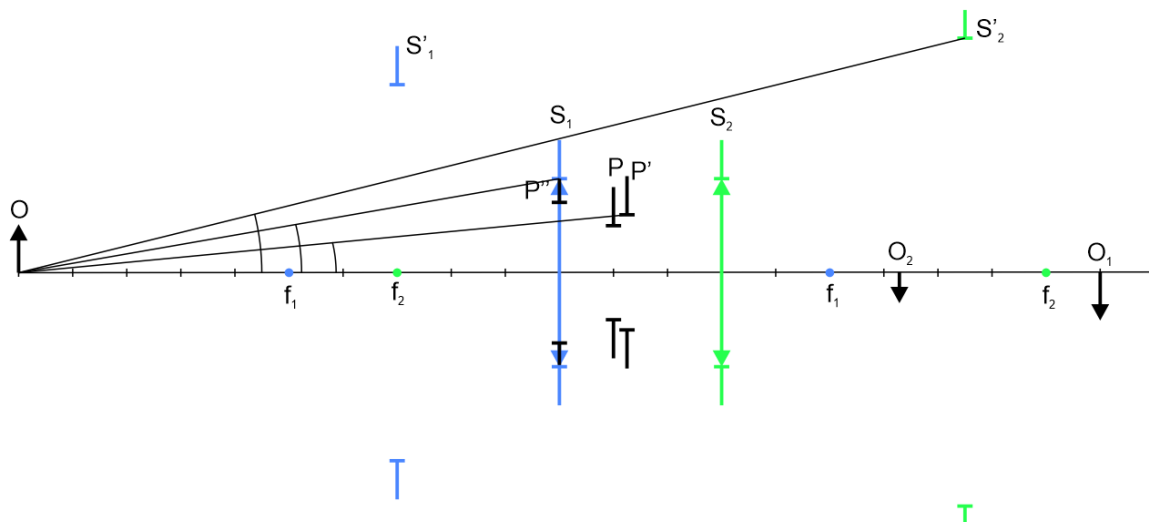
Liczę gdzie znajdują się obrazy poszczególnych elementów, oraz skalę powiększenia  $M$  ( $M = \text{obraz/przedmiot}$ ):

- Obraz przedmiotu  $O$  tworzony przez soczewkę  $S_1$ :  $O_1 = 0,1 \text{ m}$ ;  $M = 1$
- Obraz przedmiotu  $O_1$  tworzony przez soczewkę  $S_2$ :  $O_2 = 0,0323 \text{ m}$ ;  $M = 0,4615$
- Obraz soczewki  $S_1$  tworzony przez soczewkę  $S_2$ :  $S'_1 = -0,06 \text{ m}$ ;  $M = 2$
- Obraz soczewki  $S_2$  tworzony przez soczewkę  $S_1$  (szukam gdzie musi stać przedmiot aby obrazem była soczewka  $S_2$ ):  $S'_2 = -0,075 \text{ m}$ ;  $M = 2,5$
- Obraz przysłony  $P$  tworzony przez soczewkę  $S_1$  (szukam gdzie musi stać przedmiot aby obrazem była przysłona  $P$ ):  $P' = -0,0125 \text{ m}$ ;  $M = 1,25$
- Obraz przysłony  $P$  tworzony przez soczewkę  $S_2$ :  $P'' = -0,03$ ;  $M = 1,5$

3. Na podstawie obliczeń uzupełniam schemat układu optycznego:

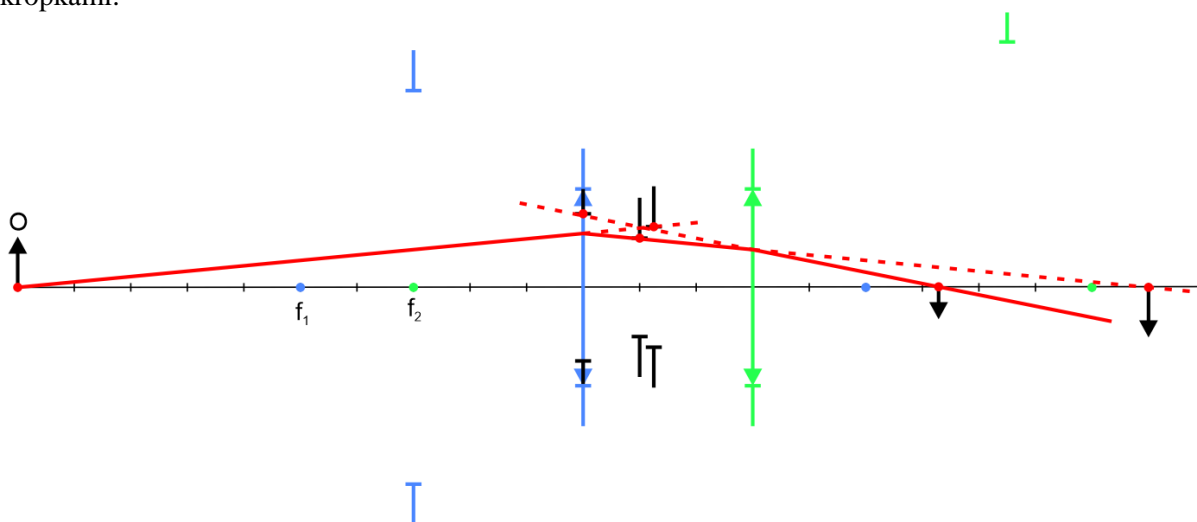


4. Promień aperturowy wychodzi z punktu na osi optycznej gdzie leży przedmiot i musi przejść przysłonę, która go najbardziej ogranicza. Wybieramy z tych przysłon, które są widziane z punktu gdzie leży przedmiot lub są transformowane przez soczewkę  $S_1$  czyli przysłon:  $S_1$ ,  $P'$ ,  $S'_2$ . Najmniejszy kąt jest do  $P'$ .

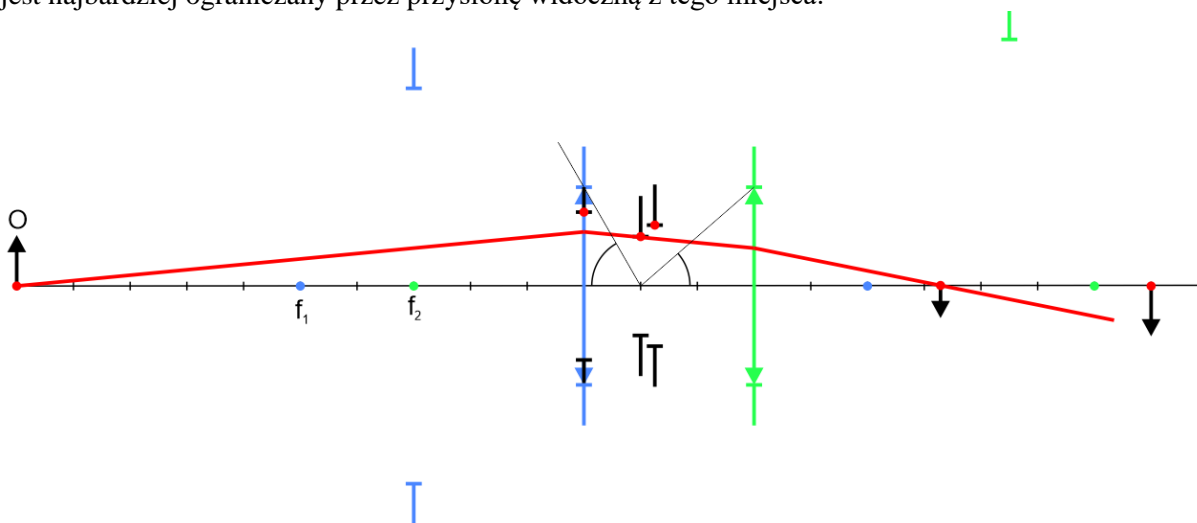


Czyli przysłoną aperturową będzie rzeczywista przysłona P odpowiadająca obrazowi P'.

5. Promień aperturowy musi przejść przez wszystkie punkty ze sobą sprzężone zaznaczone dalej czerwonymi kropkami:

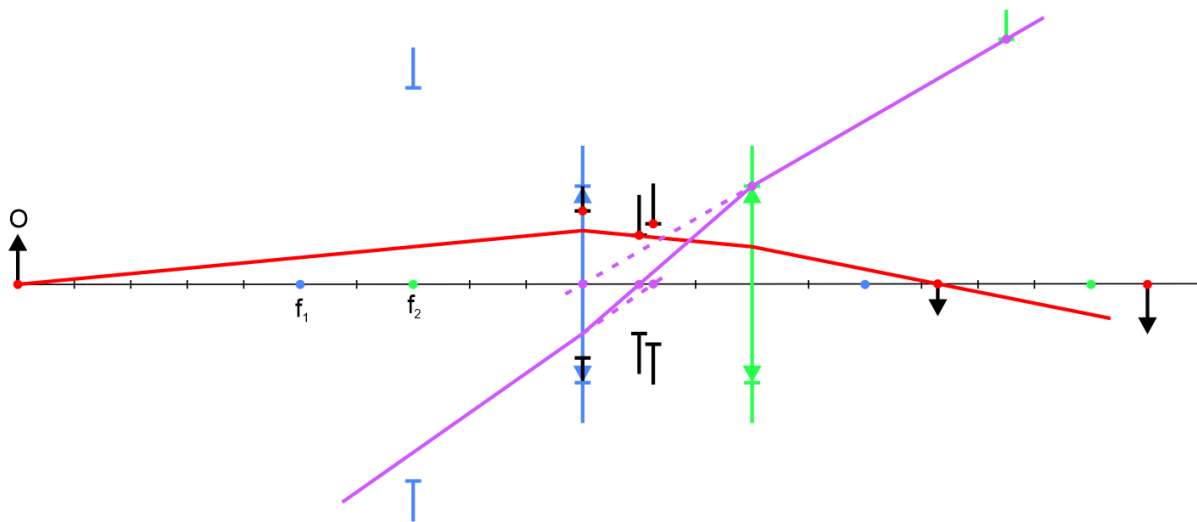


6. Promień połowy przechodzi przez punkt na osi optycznej w płaszczyźnie gdzie znajduje się przysłona aperturowa i jest najbardziej ograniczany przez przysłonę widoczną z tego miejsca:

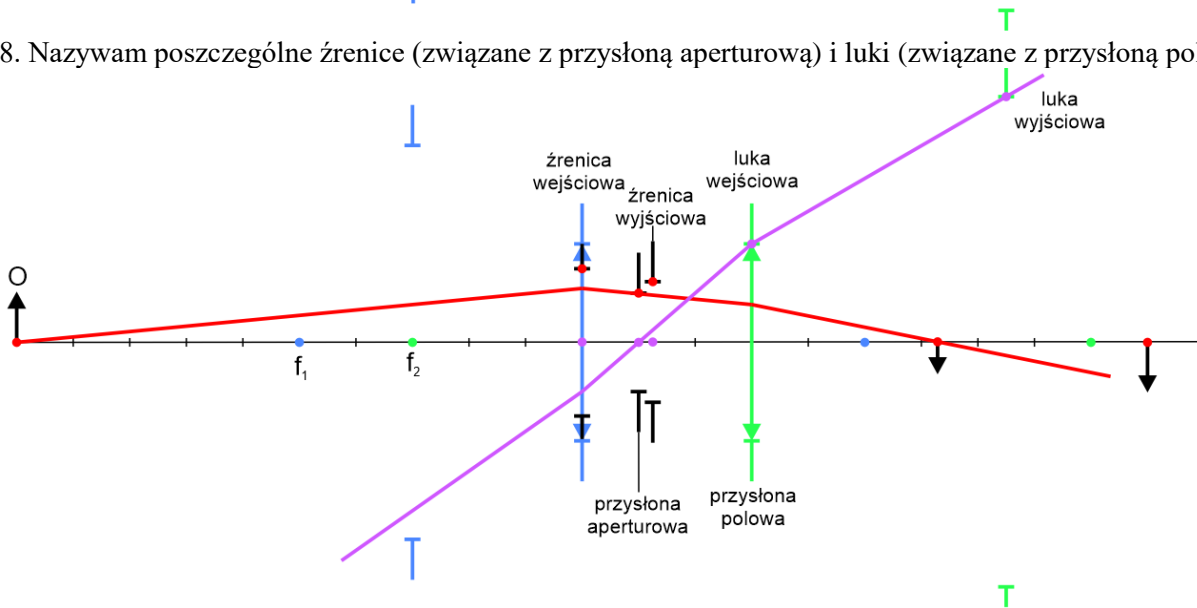


Czyli przysłoną połową jest przysłona  $S_2$ .

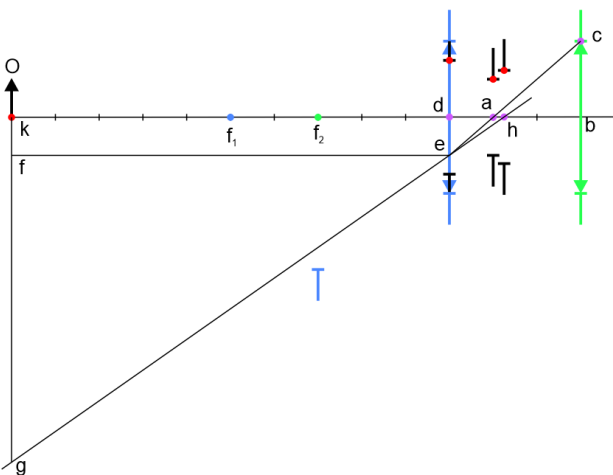
7. Rysuje promień połowy. Musi on przechodzić przez sprzężone ze sobą punkty – zaznaczone na fioletowo:



8. Nazywam poszczególne źrenice (związane z przysłoną aperturową) i luki (związane z przysłoną połową):



9. Liczę jaki może być maksymalnie duży przedmiot:



a) z trójkątów abc i ade liczę długość odcinka de:

$$\frac{ab}{bc} = \frac{ad}{de} \rightarrow de = 2,5 \text{ mm}$$

b) z trójkątów hkg i deh liczę długość gk:

$$\frac{dh}{de} = \frac{kh}{gk} \rightarrow gk = 2,25 \text{ cm}$$

**Zadanie 2. [10 pkt.]** Soczewka gruba, o promieniach krzywizny:  $r_1 = 10 \text{ mm}$ ,  $r_2 = -15 \text{ mm}$  i grubości  $d$ , wykonana ze szkła optycznego o współczynniku załamania  $n = 1,6$  ma moc optyczną w powietrzu o  $\Phi = 5 \text{ D}$  mniejszą w stosunku do sytuacji, gdyby traktować ją jako cieką. Soczewkę ustawiono tak, że rozdziela 2 ośrodki o współczynnikach załamania  $n_1 = 1$  (od strony krzywizny  $r_1$ ) i  $n_2 = 1,33$  (od strony krzywizny  $r_2$ ). Oblicz położenia płaszczyzn głównych tej soczewki. Narysuj schemat soczewki zaznaczając położenie płaszczyzn głównych, ogniskowych i czołowych. Na osobnym rysunku, narysuj schemat powstawania obrazu wykorzystując obliczone położenia płaszczyzn głównych dla przedmiotu położonego  $2,5 \text{ cm}$  przed płaszczyzną główną przedmiotową.

1. Z porównania cienkiej i grubej soczewki w powietrzu wyliczam grubość soczewki  $d$ :

$$\text{Soczewka cienka: } F_E = F_1 + F_2$$

$$\text{Soczewka gruba: } F_E = F_1 + F_2 - dF_1F_2$$

$$\text{Czyli: } dF_1F_2 = 5$$

$$F_1 = (n-1)/r_1 = 60 \text{ D}$$

$$F_2 = (1-n)/r_2 = 40 \text{ D}$$

$$d = 0,003(3) \text{ m}$$

2. Mając  $d$  liczę kolejne wielkości tym razem dla układu z różnymi wsp. załamania:

$$F_1 = 60 \text{ D}; F_2 = 18 \text{ D}$$

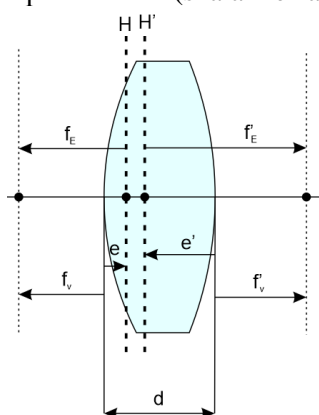
$$F_E = 75,7523 \text{ D}; F'_v = 86,5617 \text{ D}; F_v = 78,7006 \text{ D};$$

$$f'_v = 0,0154 \text{ m}; f_v = -0,0127$$

$$e = 0,00049; e' = -0,0022$$

$$f_E = 0,0132; f'_E = 0,0176$$

3. Rysuję soczewkę na podstawie wyliczonych parametrów (skala nie zachowana):



4. Liczę jak transformowany jest przedmiot:

$$\text{Obraz dawany przez 1 powierzchnię: } s' = 0,08 \text{ m}$$

$$\text{Obraz dawany przez 2 powierzchnię: } s'' = 0,0345 \text{ m}$$

5. Rysuję jak transformowany jest obraz (skala nie zachowana):

