

# Laboratorium Optyki Geometrycznej i Instrumentalnej

## OG -6

### Wyznaczanie płaszczyzn głównych układów optycznych

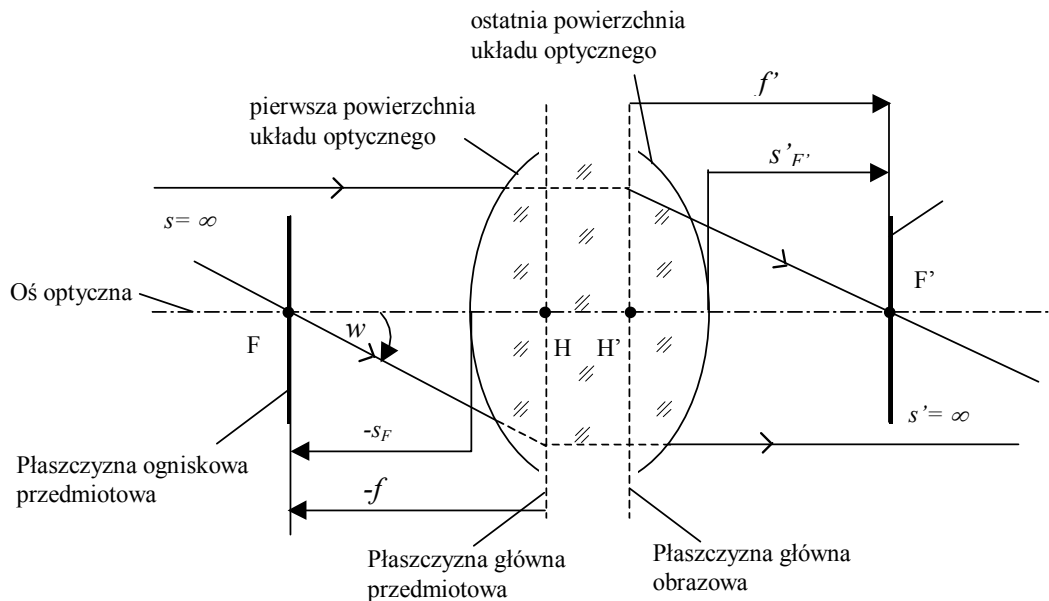
#### 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z metodą wyznaczania płaszczyzn głównych, ogniskowych i czołowych ognisk (zbiegowych) w układach optycznych oraz dla pojedynczych soczewek grubych.

#### 1. Opis ćwiczenia

##### 1.1. Parametry układu optycznego

Schemat soczewki grubej – przedstawiono na rys. 1. Soczewka Gruba może reprezentować w rzeczywistości układ elementów optycznych, szeregu soczewek. Wtedy poniższe parametry opisują efektywne parametry optyczne układu.



Rys. 1. Schemat soczewki grubej [4]

Oznaczenia:

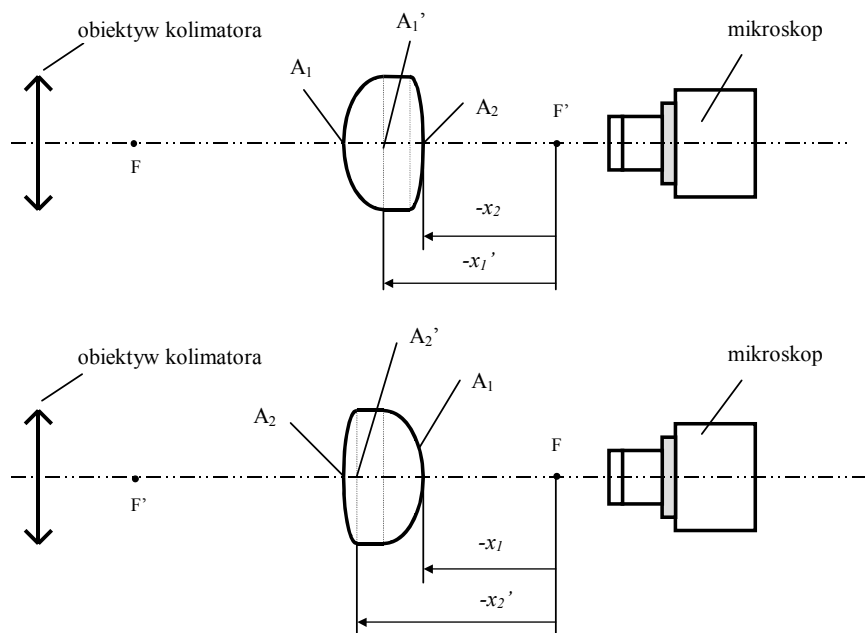
$f, f'$  – odległości ogniskowe: przedmiotowa i obrazowa;

$s_F, s'_{F'}$  – odległości ogniskowe czołowe: przedmiotowa i obrazowa;

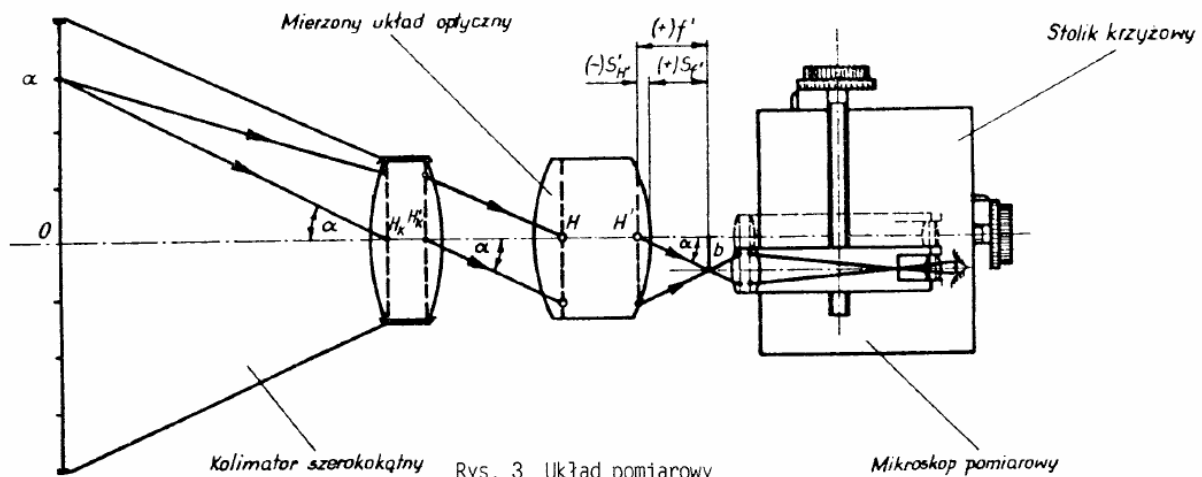
Płaszczyzny sprzężone, dla których  $\beta = 1$  (powiększenie poprzeczne definiowane jako iloraz długości obrazu odcinka  $l'$  do długości tego odcinka  $l$ ) to znaczy  $l' = l$  nazywane są *płaszczyznami głównymi*.

$H, H'$  – punkty przecięcia płaszczyzn głównych: przedmiotowej i obrazowej z osią optyczną (punkty główne);  $H'$  jest obrazem punktu  $H$  – są to punkty sprzężone;  
 $F, F'$  – ogniska: przedmiotowe i obrazowe; obraz punktu  $F$  znajduje się w nieskończoności w przestrzeni obrazowej na osi optycznej,  $F'$  jest obrazem punktu leżącego w nieskończoności na osi optycznej w przestrzeni przedmiotowej –  $F$  i  $F'$  nie są punktami sprzężonymi

## 1.2. Sposób zestawienia układu i pomiarów



Rys.2. Zasada pomiaru ogniskowych i czołowych soczewek grubych [4]



Rys.3. Schemat pomiarowy [7]

Układ pomiarowy składa się z: kolimatora z podziałką kątową, badanej soczewki (układu soczewek) i mikroskopu pomiarowego. Mikroskop znajduje się na ławie optycznej oraz na stoliku który umożliwia przesuw w płaszczyźnie poprzecznej do osi optycznej. Mikroskop posiada okular z krzyżem oraz wymienne obiektywy. Przez wsuwanie i wysuwanie części wewnętrznej okularu należy ustawić na ostrość krzyż indywidualnie dla

swojego oka. Przesuwów wzdłuż osi układu umożliwi pomiar czołowych ognisk, natomiast przesuw poprzeczny umożliwi pomiar ogniskowych.

Kolimator jest zestawiony w ten sposób, że podziałka kątowna kolimatora znajduje się w płaszczyźnie ogniskowej jego obiektywu. Kąt  $\alpha_n$  tworzy z osią optyczną promień wychodzący z n-tej działki kątownej. Wszystkie promienie wychodzące z n-tej działki i dalej wychodzące z kolimatora są równoległe i tworzą kąt  $\alpha_n$  z osią kolimatora. Z tej wiązki jeden z promieni przechodzi przez punkt główny H badanego układu, a więc wychodzi z badanego układu także pod kątem  $\alpha_n$ . Ponieważ wszystkie promienie równoległe skupiane są przez badany układ w jego płaszczyźnie ogniskowej więc w tej płaszczyźnie odwzorowana jest skala kolimatora, a widoczna kreska skali  $\alpha_n$  tworzy taki właśnie kąt z osią badanego obiektywu.

### 1.3. Wyznaczanie ogniskowej.

Mierząc odcinek  $b$  i znając kąt  $\alpha_n$  można wyliczyć ogniskową ze wzoru

$$f' = b_n \cdot \operatorname{ctg}(\alpha_n)$$

Pomiar odcinka  $b_n$  odpowiadający kątowi  $\alpha_n$  odbywa się gdy przez mikroskop widać ostro skalę kolimatora. Korzystając z przesuwu poprzecznego pomiarowego można przesunąć mikroskop wzdłuż odcinka  $b_n$  obrazu skali kolimatora. Długość odcinka  $b$  to różnica między dwoma położeniami mikroskopu: raz ustawiamy pionową linię krzyża okularu mikroskopu na zero skali kolimatora, drugi raz na kreskę wybranej skali  $\alpha_n$ .

Dla pomiaru ogniskowej z drugiej strony badanego układu optycznego (soczewki grubej) należy powtórzyć pomiar lecz z obróconym badanym układem o 180 stopni.

### 1.4. Wyznaczanie czołowej

Pomiar czołowej ogniska to odcinek między czołem badanego obiektywu (od strony mikroskopu) a płaszczyzną ogniskową badanego obiektywu z odcinkiem  $b$ . Pomiar polega więc na ustawieniu na ostrość (w mikroskopie) skali kolimatora, odczycie położenia wzdłużnego mikroskopu, przesunięciu wzdłużnym pomiarowym mikroskopu tak by była ostro widoczna powierzchnia badanego obiektywu i powtórny odczycie położenia wzdłużnego mikroskopu. Różnica tych dwóch odczytów to właśnie czołowa ogniska (tego od strony mikroskopu). Dla pomiaru czołowej ogniska z drugiej strony badanego obiektywu należy powtórzyć pomiar lecz z obróconym obiektywem o 180. °

## 2. Przebieg Cwiczenia

### 2.1. Zestawienie przyrządów pomocniczych

Zestawić na ławie układ kolimatora, w ognisku kolimatora umieścić podziałkę kątowną. Podziałkę oświetlić lampą LED. Na końcu ławy zastawić układ mikroskopu z okularem z podziałką. Znając odległości między nacięciami podziałki katowej oraz długość kolimatora policzyć wartości podziałki kątownej.

### 2.2. Pomiar ogniskowych i czołowych

Zmierzyć wartości ogniskowych dla wybranej soczewki dla co najmniej 5 wartości podziałki katowej po obu stronach osi optycznej. Pomiar czołowej ogniska powtórzyc 3 razy. Następnie obrócić badany układ optycznych o 180 stopni i powtórzyc pomiar.

### **2.3. Pomiar ogniskowych i czołowych dla układów optycznych**

Powtórzyc pomiary dla drugiej soczewki oraz dla układu dwóch soczewek.

## **3. Sprawozdanie**

W sprawozdaniu należy zamieścić:

- cel i zakres ćwiczenia laboratoryjnego,
- opis stanowiska i przebieg realizacji eksperymentu,
- wyniki obliczeń wstępnych i pomiarów, a także obliczeń parametrów układu,
- rachunek błędów, uwagi i wnioski dotyczące ćwiczenia.

## **4. Literatura**

1. Ratajczyk F. „Instrumenty optyczne”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005
2. Szwedowski A., Wojtaszewski A.: Laboratorium technologii elementów optycznych – pomiary optyczne. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, 1994
3. Leśniewski M., Rafałowski M., Szwedowski A., Wojtaszewski A.: Przyrządy optyczne. Ćwiczenia laboratoryjne. Reprint FWRiWTO, Warszawa, 1992
4. Błaszczak U.J., Rafałowski M.: Podstawy Optyki – materiały pomocnicze do ćwiczeń rachunkowych i laboratoryjnych, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, 2004
5. Romuald Józwicki, Optyka instrumentalna, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa, 1970r.
6. Jerzy Nowak, Marek Zając, Wstęp do optyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1995r