



Podstawy Fizyki Optyka

Praca zbiorowa

## **Ćwiczenie 43**

### **BADANIE MIKROSKOPU. POMIARY MAŁYCH DŁUGOŚCI**

opr. tech. Mirosław Maś

Uniwersytet Przyrodniczo – Humanistyczny

Siedlce 2020

## Wstęp

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową i obsługą mikroskopu optycznego. Oraz nabycie wprawy w wykonywaniu przy jego pomocy pomiarów małych wielkości.

Przed rozpoczęciem ćwiczenia należy sprawdzić czy zestaw laboratoryjny jest kompletny.

W skład zestawu pomiarowego wchodzi:

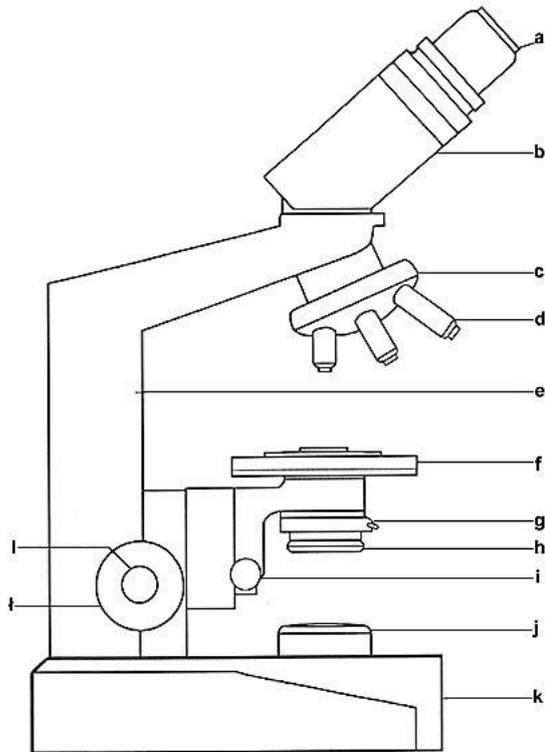
- mikroskop optyczny z oświetlaczem i obiektywem mikrometrycznym;
- płytką wzorcową;
- preparaty biologiczne;
- szkiełka przedmiotowe, włókna szklane,

Do ćwiczenia należy opanować następujące zagadnienia teoretyczne:

- budowa mikroskopu – części optyczne i regulacyjne
- powstawanie obrazu w mikroskopie
- skalowanie mikroskopu
- 
- 
-

## 2. Wprowadzenie teoretyczne

**Mikroskop** jest przyrządem optycznym powiększającym obraz małych przedmiotów poprzez zwiększenie kąta ich widzenia. Mikroskop świetlny (optyczny) składa się z części mechanicznych, optycznych i oświetleniowych. Patrz rysunek. a - okular,



b - tubus,  
c - rewolwer obiektywowy,  
d - obiektyw,  
e - statyw,  
f - stolik przedmiotowy,  
g - przysłona,  
h - kondensator,  
i - pokrętło regulacji kondensora,  
j - oświetlacz,  
k - podstawa,  
l - pokrętło ruchu stolika drobnego,  
ł - pokrętło ruchu zgrubnego (ł)

Częściami mechanicznymi są:

**Statyw** - podstawa i tubus z umocowanym stolikiem przedmiotowym i systemem optycznym oraz oświetleniowym

**Tubus z urządzeniem rewolwerowym** - w górnej części są nasadki okularów (jedna lub dwie) w dolnej, urządzenie rewolwerowe z gniazdami na 3-6 obiektywów

**Stolik przedmiotowy** - z uchwytem do

umocowania preparatu (może mieć pokrętła pozwalające na poruszanie preparatem) i otworem w środku, przepuszczającym światło odbite przez lustro, bądź z oświetlacza.

Częściami optycznymi są:

**Obiektyw** - decyduje o jakości mikroskopu. Umożliwia powiększone i wyraźne oglądanie obiektów. Na obudowie znajdują się liczby opisujące między innymi np. siłę powiększającą, aperturę itp.

**Okular** - zawiera co najmniej dwie soczewki, które przekazują w powiększeniu do oka obserwatora obraz pośredni preparatu tworzony przez obiektyw, umożliwiając przeprowadzenie różnych pomiarów mikroskopowych. Liczba na obudowie informuje o jego powiększeniu

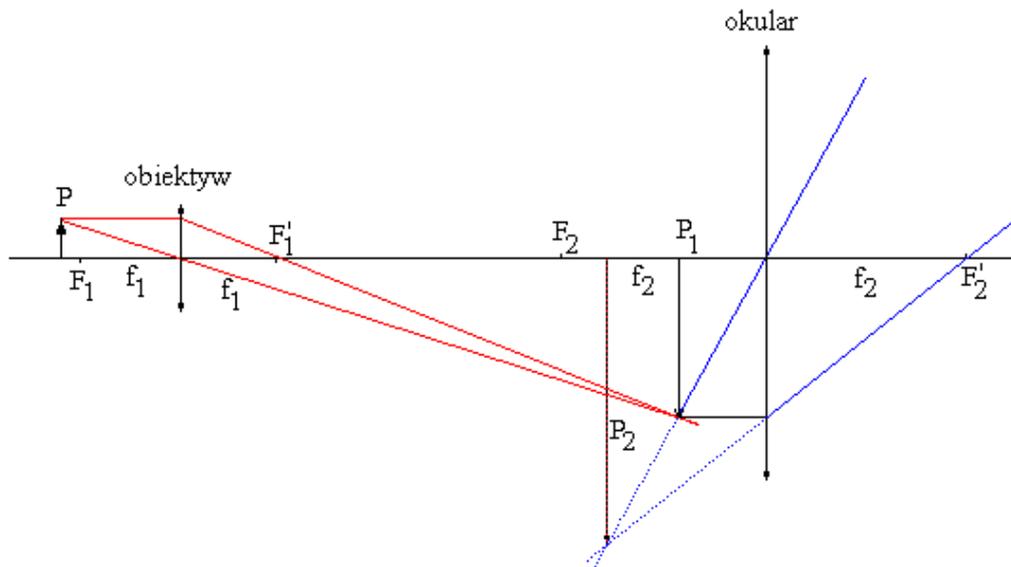
Częściami oświetleniowymi są:

**Źródło światła** - lustro służy do skierowania odbitego światła ze stojącej z boku lampy na badany obiekt. Oddzielny (bądź wbudowany) oświetlacz.

**Kondensator** - układ optyczny współpracujący z obiektywem. Spełnia rolę regulatora oświetlenia obiektu.

**Powstawanie obrazu** – oglądany przedmiot ustawia się w odległości niewiele większej niż ogniskowa obiektywu (ale mniejszej niż podwójna ogniskowa). Dzięki temu powstający obraz jest rzeczywisty, powiększony i odwrócony i ten obraz staje się przedmiotem dla okularu, w którym powstaje obraz prosty, powiększony i urojony. Przedmiot musi pojawić

się w odległości mniejszej niż ogniskowa okularu. Przybliżony schemat optyczny mikroskopu przedstawia rysunek.



Aby uniknąć wad soczewek obiektyw i okulary mikroskopów tworzą bardzo złożone układy optyczne składające się z przesłon, soczewek różnych kształtów i wykonanych z różnych materiałów.

Powiększenie mikroskopu w przybliżeniu obliczamy biorąc iloczyn powiększenia danego przez obiektyw i okular:

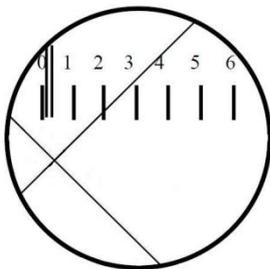
$$P = P_{ob} \cdot P_{ok}$$

### 3. Pomiary pomocnicze

Aby przystąpić do właściwych pomiarów należy wykonać skalowanie okularu mikrometrycznego umieszczonego w tubusie mikroskopu. Zdjęcie samego okularu mikrometrycznego przedstawia rysunek.

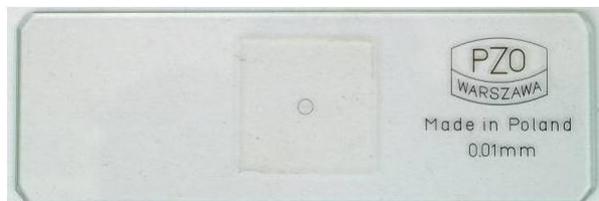


Kiedy spojrzymy w mikrometr zobaczymy:



1. skalę główną od 0 – 6 (przy innych powiększeniach może być widoczna od 0 -8);
2. znacznik na tle skali (dwie linie równoległe na poziomie skali głównej )
3. skrzyżowanie nici pajęczycy (w połowie wysokości obrazu)

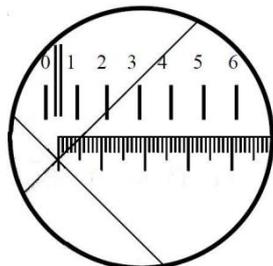
W momencie kiedy na stoliku mikroskopu położymy płytkę wzorcową (patrz rysunek)



zobaczymy skalę o minimalnej działce  $d_0=0,01\text{mm}$  (w kółku).

Tak ustawiamy płytkę wzorcową by po znalezieniu ostrego obrazu skali, by znalazła się ona na poziomie nici pajęczycy, a skrzyżowanie znalazło się na 0 podziałce

skali wzorcowej, przy takich ustawieniach w okularze mikroskopu zobaczymy:



Aby dokonać odczytu należy:

- ze skali głównej zapisać położenie znacznika (w tym przypadku 0)
- z pokrętła śruby mikrometrycznej wskazać wartość (patrz rysunek obok).

Ostatecznie zapis miałby postać: 0,24

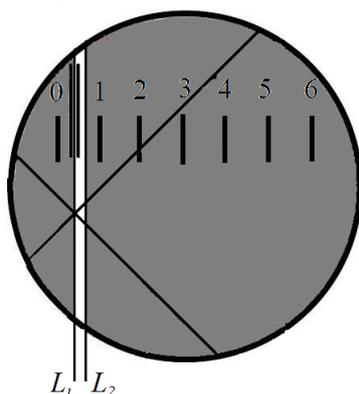


Następnie należy odczytać ze skali głównej i z bębna mikrometru wartość  $L_i$ , gdy przecięcie nici pajęczej znajdzie się odpowiednio na 10, 20....., 50 kresce skali wzorcowej. (Lub zgodnie z wytycznymi prowadzącego zajęcia). Wyniki zanotować w tabeli. Przykładowo:

Położenie skrzyżowania nici pajęczej na podziałce skali wzorcowej	Odczyt ze skali głównej i śruby mikrometrycznej
$L_i$	
$L_0$	0,24
$L_{10}$	
$L_{20}$	
$L_{30}$	
$L_{40}$	
$L_{50}$	

#### 4. Wykonanie pomiarów

Następnie na stoliku mikroskopowym między szkiełkami przedmiotowymi umieszczamy włos, włókno szklane lub preparat biologiczny (np. przekrój pnia lipy).



Aby wyznaczyć grubość (średnicę) mierzonego preparatu (włosa lub włókna szklanego) należy ustawić kolejno skrzyżowanie nici pajęczej na krawędziach preparatu i odczytać kolejne położenia notując wyniki w tabeli

Na rysunku obok zaznaczono kolorem czarnym jedną z krawędzi (włosa, bądź włókna szklanego)

	włos		włókno szklane		preparat	
	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$
1						
2						
3						
4						
5						
średnia						

**UWAGA:** Liczbę wykonywanych pomiarów podaje prowadzący zajęcia.

## 5. Obliczenia

### Dla pomiarów włosa, włókna szklanego

1. Oblicz pięciokrotnie współczynnik skalowania podstawiając do wzoru sąsiednie pomiary ( $L_{10}$  i  $L_0$ ; następnie  $L_{20}$  i  $L_{10}$ ; i tak do  $L_{50}$  i  $L_{40}$ )

$$P_1 = \frac{L_{10} - L_0}{nd_0}$$

wtedy :  $n$  - liczba działek skali wzorcowej (10) o którą przesuwamy skrzyżowanie nici pajęczej  $d_0$  – to wartość mm najmniejszej podziałki skali wzorcowej.

2. Wyznacz średni współczynnik skalowania.
3. Dla każdego pomiaru (grubości włosa) oblicz średnicę ze wzoru

$$D = \frac{L_2 - L_1}{P_{sr}}$$

4. Oblicz wartość średnią.
5. Czynności z punktu 2 - 3 powtórz dla pomiarów grubości włókna szklanego.
6. Wykonaj rachunek błędów (metoda: błąd średni kwadratowy). Prowadzący decyduje dla których pomiarów grubości (włosa, bądź włókna szklanego, a może dla obu serii).
7. Przeprowadź dyskusję wyników i błędów.

### Dla pomiarów elementów struktury preparatu biologicznego

1. Wykorzystaj obliczenia powiększenia mikroskopu opisane w poprzedniej części.
2. Zamiast włosa (włókna szklanego) na stoliku mikroskopu umieść preparat biologiczny (np. fragment przekroju pnia lipy) i uzyskaj wyraźny ostry obraz.
3. Zmierz średnicę (grubość) wybranego elementu preparatu np. włókien drzewnych łyka, kory, czy grubości promieni rdzeniowych.
4. Pomiar z pkt. 3 powtórz (ilość pomiarów podaje prowadzący zajęcia). Oblicz wartość średnią.
5. Obliczyć błąd średni kwadratowy dla wykonanej serii pomiarów.
6. Przeprowadź dyskusję wyników i błędów.
7. Sformułuj wnioski.

## 6. Literatura

1. S. Szczeniowski - Fizyka doświadczalna , t. IV, Optyka.
2. J.R. Meyer-Arendt - Wstęp do optyki.
3. T. Dryński red. - Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki.
4. A. Daniluk - Instrukcje do ćwiczeń z fizyki
5. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker., Podstawy fizyki,
6. <http://www.biofizyka.p.lodz.pl/cw4.pdf>
7. <http://www.kfs.pollub.pl/pracowniakfs/prkfs-16.pdf>
8. [https://www.umb.edu.pl/photo/pliki/WL\\_jednostki/zaklad\\_biofizyki/zeszyt\\_do\\_cwiczen](https://www.umb.edu.pl/photo/pliki/WL_jednostki/zaklad_biofizyki/zeszyt_do_cwiczen)
9. <http://www.zor.zut.edu.pl/Skrypt-web/Budowa%20mikroskopu.html>