

## LD3. MIKROSKOPO PARAMETRŲ NUSTATYMAS

### Darbo tikslas

Nustatyti mikroskopo optinius parametrus bei įvertinti taikymo galimybes.

### Užduotys

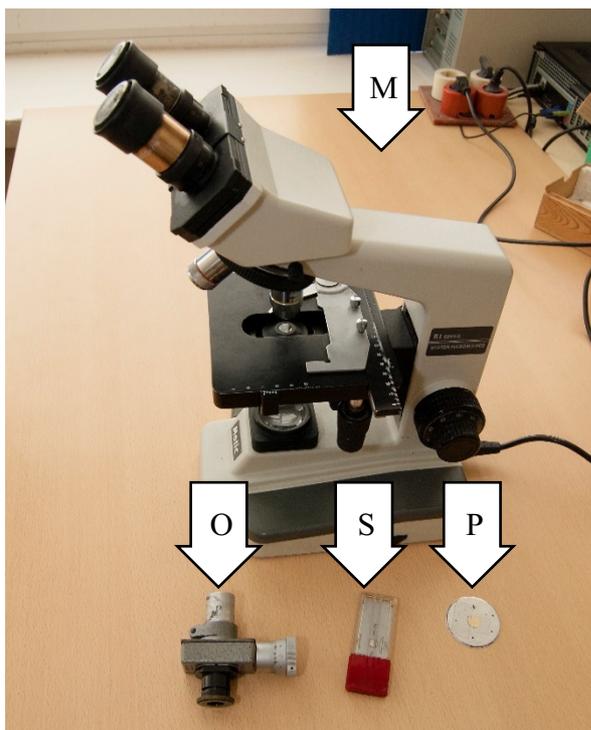
1. Nustatyti mikroskopo objektyvo didinimą.
2. Išmatuoti mažo objekto matmenis.
3. Nustatyti objektyvo skaitinę apertūrą ir apskaičiuoti skyros vertę.
4. Išmatuoti stiklo lūžio rodiklį.

### Teorinės temos

- Spindulių eiga mikroskope.
- Mikroskopo sandara ir jų tipai.
- Mikroskopo didinimas, skiriamoji geba, apertūra.

### Darbo priemonės ir prietaisai

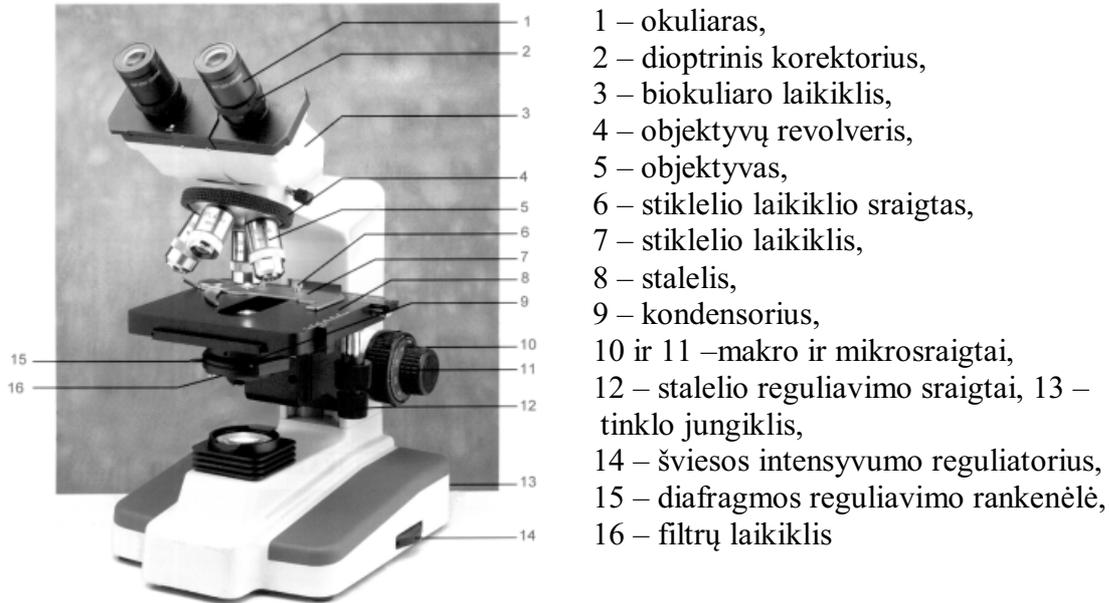
Mikroskopas (M), okuliaras su mikrometriniu sraigtu (O), mikrometrinė skalė (S), tiriamasis bandinys, plokštelė su maža skylute (P), poliruota plokštelė (1 pav.).



1 pav. Mikroskopas ir darbo priemonės.

## Tyrimo metodika

### Mikroskopo objektyvo didinimo nustatymas



2 pav. Mikroskopo **Motic B1** bendras vaizdas ir sandara

Mikroskopo ilginis didinimas nustatomas naudojant objektą – mikrometrinę skalę, kuri dedama ant mikroskopo stalielio 8 (2 pav.), ir okuliarinį mikrometrą, kuris įdedamas į okuliario vamzdį.

Sukinėjant okuliarą nustatomas ryškus siūlų sankirtos (kartu ir dvigubo indekso bei skalės) atvaizdas. Po to sufokusuojamas mikroskopo tubusas, sukinėjant mikroskopo makrosraigta 10 (2 pav.) ir mikrosraigta 11 (2 pav.) taip, kad matytųsi ryškus mikrometrinės skalės atvaizdas. Mikrometrinėje skalėje stebima keletas padalų, užimančių maždaug  $2/3$  regėjimo lauko. Sukant okuliario mikrometro sraigta sutapdinamas siūlų sankirtos taškas su mikrometrinės skalės atvaizdo pradiniu brūkšneliu ir užrašomas okuliario mikrometro skalės rodmuo  $a_1$  pagal okuliario regėjimo lauke matomą nejudamą skalę, kurios padalos vertė yra 1 mm, ir okuliario mikrometro būgno padalas (padalos vertė 0,01 mm). Pasukus mikrometro būgną  $360^\circ$  matymo lauke esantis dvigubas brūkšnelis paslenka viena padala (t.y. 1 mm). Milimetro dalis rodo būgno padalų skaičius.

Sukant okuliario mikrometro sraigta toliau, sutapdinamas siūlų sankirtos taškas su  $z$ -osios padalos brūkšneliu ir užrašomas rodmuo  $a_2$ . Mikroskopo objektyvo didinimas

$$V_{\text{ob}} = \frac{a_2 - a_1}{z \cdot k}; \quad (1)$$

čia  $k$  – mikrometrinės skalės padalos vertė ( $k = 0,01$  mm).

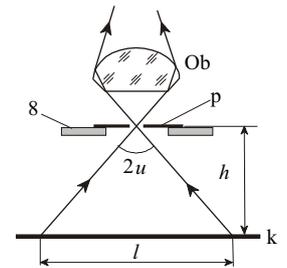
Ant mikroskopo stalielio 8 (2 pav.) dedamas tiriamasis bandinys. Mikroskopas (sraigtais 10 (2 pav.) ir 11 (2 pav.)) derinamas taip, kad mikroskopo okuliare matytusi ryškus bandinio struktūros atvaizdas. Sukant okuliario mikrometro būgną sutapdinamas siūlų sankirtos taškas su matuojamojo mikroobjekto atvaizdo kraštais ir užrašomi rodmenys  $b_1$  ir  $b_2$ . Tada bandinio ilginis matmuo

$$l = \frac{b_2 - b_1}{V_{ob}} ; \quad (2)$$

čia  $V_{ob}$  – mikroskopo objektyvo ilginis didinimas.

### **Objektyvo skaitinės apertūros nustatymas**

Ant mikroskopo stalielio 8 (2 pav.) dedama plokštelė p (3 pav.) su maža skylute ir mikroskopas derinamas taip, kad ryškiai matytusi skylutės atvaizdo kraštai. Išimamas apšvietimo kondensorius 9 (2 pav.) ir apačioje ant apšvietiklio dedama liniuotė k. Iš okuliarų laikiklio 3 (2 pav.) ištraukiamas okuliaras ir žiūrima į sumažintą liniuotės atvaizdą. Nustatoma matoma liniuotės atkarpa  $l$ , užimanti visą regėjimo lauką, ir atstumas  $h$  nuo liniuotės iki plokštelės. Jei tarp objektyvo ir plokštelės yra oras ( $n \approx 1$ ), tai mikroskopo objektyvo skaitinė apertūra apskaičiuojama taip:



3 pav. Objektyvo skaitinės apertūros nustatymo schema

$$A = n \sin u = \frac{l}{2\sqrt{h^2 + (l/2)^2}} . \quad (3)$$

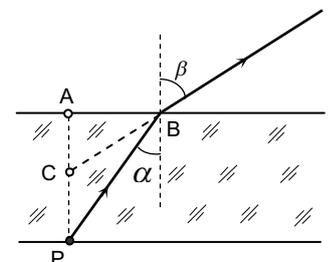
Nustačius skaitinę apertūrą  $A$  galima įvertinti mikroskopo objektyvo skiriamąją gebą. Skaičiuojama skyros vertė:

$$s = 0,51 \frac{\lambda}{A} . \quad (4)$$

Baltai šviesai bangos ilgis  $\lambda \approx 550$  nm.

### **Stiklo lūžio rodiklio matavimas**

Tarkime, kad taškas P yra terpėje, kurios lūžio rodiklis  $n$  (4 pav.). Išėjęs iš taško P spindulys taške B lūžta ir nutolsta nuo statmens. Stebėtojui atrodo, kad spindulys sklinda iš taško C. Iš trikampių ACB ir APB reiškiami:  $AB = AC \tan \beta = AP \tan \alpha$ . Iš čia



4 pav. Spindulio sklaidimas stiklo plokštelėje

$$\frac{AP}{AC} = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha} = n \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} . \quad (5)$$

Kadangi stebima beveik statmenąja kryptimi, tai dalmuo  $(\cos \alpha / \cos \beta) \approx 1$ . Tada

$$n = \frac{AP}{AC} . \quad (6)$$

Norint nustatyti stiklo plokštelės lūžio rodiklį, reikia ant mikroskopo staliuko padėti poliruotą plokštelę su žymele paviršiuje. Mikroskopu gaunamas ryškus žymelės atvaizdas (taškas P, 4 pav.) ir užrašomas mikrosraigto rodmuo  $p$ . Po to, ant viršaus dedama tiriamoji plokštelė su žymelėmis abiejuose paviršiuose. Mikroskopu gaunamas ryškus apatinis tiriamosios plokštelės žymės atvaizdas (taškas C) ir užrašomas mikrosraigto rodmuo  $c$ . Po to mikroskopas fokusuojamas į viršutinę žymelę (taškas A) ir užrašomas mikrosraigto rodmuo  $a$ . Tada  $AP = a - p$ ,  $AC = a - c$  ir tiriamosios plokštelės lūžio rodiklis apskaičiuojamas:

$$n = \frac{a - p}{a - c} . \quad (7)$$

## **Darbo eiga**

### **1. Objektyvo didinimo nustatymas**

Išėmus okuliarą, į jo vietą įdedamas okuliarinis mikrometras (O). Ant mikroskopo stalelio padedama mikrometrinė skalė. Tinkamai orientavus mikrometrinę skalę ir sukant okuliarinio mikrometro sraigto rankenėlę, okuliario dviejų sukryžiuotų linijų sankirtos vieta sutapatinama su kuriuo nors mikrometrinės skalės pradiniu brūkšneliu. Užsirašomi šios padėties mikrometro parodymai ( $a_1$ ).

Sukant okuliarinio mikrometro sraigta siūlų sankirtos vieta sutapatinama su  $z$ -osios padalos brūkšneliu ir užrašomas rodmuo  $a_2$ . Pagal (1) formulę apskaičiuojamas mikroskopo objektyvo didinimas.

### **2. Objekto matmenų matavimas**

Ant mikroskopo stalelio padedamas tiriamasis bandinys (plaukas). Tinkamai jį orientavus ir suformavus ryškų jo atvaizdą, okuliarinio mikrometro linijų sankirta sutapatinama su vienu objekto atvaizdo kraštu. Pažymima šią padėtį atitinkanti mikrometro padala  $b_1$ .

Sutapatinus mikrometro linijų sankirtą su kitu objekto kraštu, pažymima sankirtos padėtį atitinkanti mikrometro padala  $b_2$ . Pagal (2) formulę apskaičiuojamas bandinio ilginis matmuo.

### **3. Objektyvo skaitinės apertūros nustatymas**

Ištraukiamas okuliarinis mikrometras ir įdedamas mikroskopo okuliaras. Ant mikroskopo stalelio padedama plokštelė su nedideliu plyšiu, sukinėjant 10 ir 11 mikrosraigtus suformuojamas ryškus skylutės atvaizdas. Išimamas apšvietimo kondensorius 9 (2 pav.) ir apačioje ant apšvietiklio dedama liniuotė  $k$ . Iš okuliarų laikiklio 3 (2 pav.) ištraukiamas okuliaras ir žiūrima į sumažintą liniuotės atvaizdą. Nustatoma matoma liniuotės atkarpa  $l$ , užimanti visą šviesų skylutės regėjimo lauką, ir atstumas  $h$  nuo liniuotės iki plokštelės. Pagal (3) ir (4) formules apskaičiuojamos mikroskopo objektyvo skaitinė apertūra ir skyros vertė.

### **4. Stiklo lūžio rodiklio matavimas**

Ant mikroskopo stalelio padedama (poliruota) plokštelė su žymele paviršiuje. Mikroskopas fokusuojamas į tą žymelę (taškas P, 4 pav.) ir užrašomas mikrosraigto (11- to 2pav.) rodmuo  $p$ .

Ant viršaus dedama tiriamoji plokštelė su žymelėmis abiejuose paviršiuose. Mikroskopas fokusuojamas į apatinę tiriamosios plokštelės žymelę (taškas C) ir užrašomas mikrosraigto (11- to

2pav.) rodmuo  $c$ . Mikroskopas fokusuojamas į viršutinę žymelę (taškas A) ir užrašomas mikrosraigto rodmuo  $a$ .

Pagal (7) formulę apskaičiuojamas plokštelės lūžio rodiklis.

### **Literatūra**

V. A. Šalna. Optikos laboratoriniai darbai. Vilnius, VU leidykla, 2009. ([www.mopl.bfsk.ff.vu.lt](http://www.mopl.bfsk.ff.vu.lt))