

**A mikroszkóp vizsgálata**  
jegyzőkönyv

---



Mérést végezte:  
Koroknai Botond

Mérés időpontja:  
2023.04.05

Neptun kód:  
AT5M0G

Jegyzőkönyv leadásának időpontja:  
2023.04.25

**Tartalomjegyzék:**

<b>1 A mérés célja</b>	<b>2</b>
<b>2 A mérőeszközök:</b>	<b>2</b>
<b>3 Fontos összefüggések</b>	<b>2</b>
<b>4 Nagyítás:</b>	<b>3</b>
4.1 026586 - "kis" objektív . . . . .	3
4.2 462091 - "nagy" objektív . . . . .	3
<b>5 Fókusz távolság:</b>	<b>3</b>
<b>6 Numerikus apertúra:</b>	<b>4</b>
<b>7 A lencse görbületi sugarának meghatározása Newton gyűrűkkel</b>	<b>4</b>
7.1 IV - domború lencse: . . . . .	4
7.2 V - homorú lencse: . . . . .	5
<b>8 Diskusszió:</b>	<b>6</b>

# 1 A mérés célja

A mérés célja a mikroszkóp működésének megismerése volt, ezért számos különböző mérést végeztünk el a segítségével a labor során. Például meghatároztuk a nagyítást, a fókusztávolságot két különböző objektív esetén. Valamint vizsgáltuk a mikroszkóp numerikus apertúráját is. Végül egy domború, valamint egy homorú lencse görbületi sugarát számoltuk ki Newton-gyűrűk segítségével.

## 2 A mérőeszközök:

- Mikroszkóp
- 462091 és 026586 -es számú objektívek
- Csavarmikrométer
- Penge
- Lyukblende
- A IV-es számú domború lencse
- Az V-ös számú homorú lencse
- Na spektrállámpa
- Tolómérő
- Okulár-mikrométer
- Objektív-mikrométer
- Tubushosszabító

## 3 Fontos összefüggések

**Nagyítás:**

$$N_{ob} = \frac{K}{T}$$

Az  $N_{ob}$  az objektív nagyítása, K a képméret, és T a tárgyméret.

**Össznagyítás:**

$$N_{össz} = N_{ok} N_{ob}$$

Az  $N_{össz}$  az össznagyítás, míg az  $N_{ok}$  az okulár nagyítása.

**Fókusztávolság:**

$$f_{ob} = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{N_{ob2} - N_{ob1}} \quad (1)$$

A  $\Delta_2 - \Delta_1$  a tubushosszabító hossza, míg az  $N_{ob2}$  a meghosszabított tubusú mikroszkóp nagyítása, és  $N_{ob1}$  a rövidebb tubus mellett a nagyítás

**Fényelhajlás:**

$$d = \frac{\lambda}{n \sin u}$$

d a legkisebb távolság, amit az objektív lencse fel tud bontani, n a tárgy és az objektív közötti közeg törésmutatója,  $\lambda$  a megvilágító fény hullámhossza, u pedig az objektívre eső fénynyaláb félnyílásszöge.

**Numerikus apertúra:**

$$A = n \sin u$$

### Félnyílásszög:

$$u = \arctan\left(\frac{a}{2h}\right)$$

$a$  a penge által megtett táv, míg ki nem takarja a lyukblendén átmenő fényt,  $h$  pedig a hasáb vastagsága.

### Newton gyűrűk sugarai:

$$r_k^2 = k\lambda R + b \quad (2)$$

$r_k$  a  $k$ -adik Newton-gyűrű sugara,  $\lambda$  a fény hullámhossza,  $R$  pedig a lencse görbületi sugara.

$$r_k = \frac{1}{N_{ob}} \frac{x_{jobb} - x_{bal}}{2}$$

### Effektív görbületi sugár:

$$\frac{1}{R_{eff}} = \frac{1}{R_d} - \frac{1}{R_h}$$

$R_d$  a domború lencse, és  $R_h$  a homorú lencse görbületi sugara.

## 4 Nagyítás:

### 4.1 026586 - "kis" objektív

	$T_1[mm]$	$T_2[mm]$	$T[mm]$	$K_1[mm]$	$K_2[mm]$	$K[mm]$	$N_{ob}$
Hosszabító nélkül	$4.5 \pm 0.005$	$6 \pm 0.005$	$1.5 \pm 0.005$	$1.58 \pm 0.05$	$7.49 \pm 0.05$	$5.91 \pm 0.05$	$3.94 \pm 0.05$
Hosszabítóval	$4 \pm 0.005$	$5.5 \pm 0.005$	$1.5 \pm 0.005$	$0.54 \pm 0.05$	$8.29 \pm 0.05$	$7.75 \pm 0.05$	$5.17 \pm 0.05$

A nagyítás hibája:

$$\Delta N = N \cdot \left( \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta K}{K} \right)$$

### 4.2 462091 - "nagy" objektív

	$T_1[mm]$	$T_2[mm]$	$T[mm]$	$K_1[mm]$	$K_2[mm]$	$K[mm]$	$N_{ob}$
Hosszabító nélkül	$4 \pm 0.005$	$5 \pm 0.005$	$1 \pm 0.005$	$2.13 \pm 0.05$	$7.28 \pm 0.05$	$5.15 \pm 0.05$	$5.15 \pm 0.08$
Hosszabítóval	$3 \pm 0.005$	$3.7 \pm 0.005$	$0.7 \pm 0.005$	$0.61 \pm 0.05$	$6.87 \pm 0.05$	$6.26 \pm 0.05$	$8.94 \pm 0.08$

## 5 Fókusz távolság:

A tubus hosszát tolómérővel mértem meg:

$$\Delta_2 - \Delta_1 = (40.06 \pm 0.005) \text{ mm}$$

A fókusz távolságokat a (1) képlet alapján számoltam:

	"nagy" objektív	"kis" objektív
fókusz távolság [mm]	10.57	32.57
hiba [mm]	0.26	0.73

A hiba:

$$\Delta f = f \cdot \left( \frac{\Delta l_{cso}}{l_{cso}} + \frac{\Delta N_{ob1}}{N_{ob1}} + \frac{\Delta N_{ob2}}{N_{ob2}} \right)$$

## 6 Numerikus apertúra:

A penge alá helyezett hasáb vastagságát csavarmikrométer segítségével határoztam meg: A vastagság így:

	vastagság [mm]
1. mérés	20.05
2. mérés	20.06
3. mérés	20.10
4. mérés	20.09

$$d = 20.075 \pm 0.005$$

	kis "objektív"	nagy "objektív"
$a_1 [mm]$	$65.6 \pm 0.005$	$63.9 \pm 0.005$
$a_2 [mm]$	$69.4 \pm 0.005$	$70.3 \pm 0.005$
$a [mm]$	$3.80 \pm 0.01$	$6.40 \pm 0.01$
$u$	0.1556	0.0943
$\Delta u$	0.0009	0.0011

A félnyílásszög hibája:

$$\Delta u = \frac{1}{1 + \frac{a^2}{4h^2}} \frac{a}{2h} \left( \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta h}{h} \right)$$

A numerikus apertúrák így, a (3) képlet alapján:

**"kis" objektív:**

$$A = 0.1549 \pm 0.0009$$

**"nagy" objektív:**

$$A = 0.0941 \pm 0.0011$$

A numerikus apertúra hibája:

$$\Delta A = n \cdot \cos u \Delta u$$

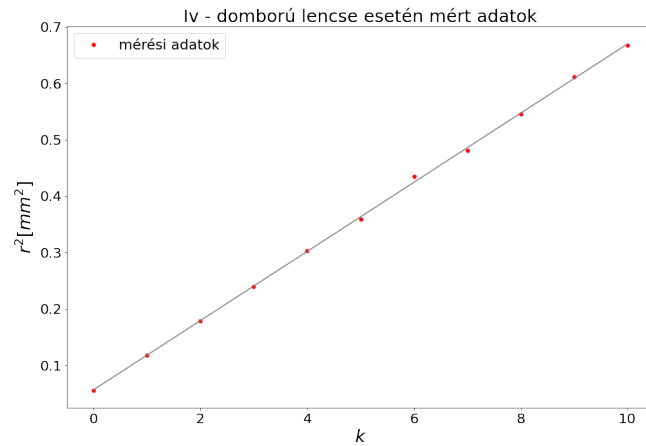
Ahol  $n=1$  mert levegő van a tárgy és az objektív között.

## 7 A lencse görbületi sugarának meghatározása Newton gyűrűkkel

### 7.1 IV - domború lencse:

Domború lencse - IV			
k	$x_{bal} [mm]$	$x_{jobb} [mm]$	$r_k [mm]$
1	5.32	6.72	0.235
2	4.96	7.01	0.344
3	4.75	7.27	0.423
4	4.55	7.47	0.489
5	4.39	7.67	0.550
6	4.24	7.81	0.598
7	4.06	7.99	0.659
8	3.96	8.09	0.692
9	3.81	8.21	0.738
10	3.69	8.35	0.781
11	3.58	8.45	0.817

A koordináták leolvasási hibája 0.005 mm

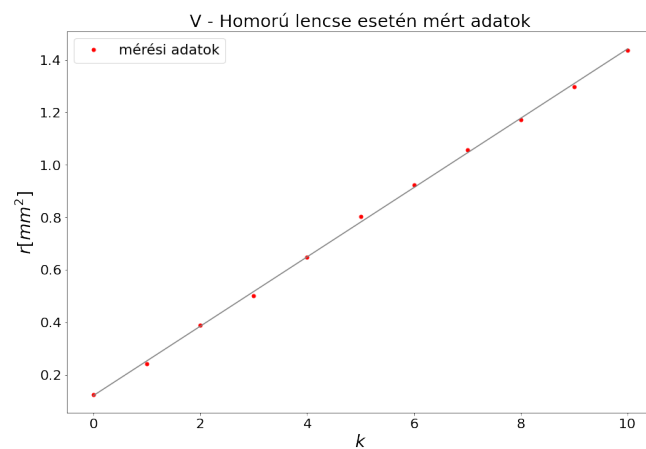


A (2) alapján, és tudván, hogy  $\lambda = 589nm$ , valamint az illesztés alapján a meredekség:  $0.0613 \pm 0.001 mm^2$ . A domború lencse görbületi sugara:

$$R_d = (104.075 \pm 3.43) mm$$

## 7.2 V - homorú lencse:

Homorú lencse - V			
k	$x_{bal}[mm]$	$x_{jobb}[mm]$	$r_k[mm]$
1	3.11	5.20	0.350
2	2.70	5.63	0.491
3	2.30	6.01	0.622
4	2.04	6.26	0.708
5	1.77	6.57	0.805
6	1.50	6.84	0.895
7	1.31	7.04	0.961
8	1.09	7.22	1.028
9	0.98	7.43	1.082
10	0.78	7.57	1.139
11	0.61	7.75	1.197



Az illesztés meredeksége:  $0.132 \pm 0.001 mm^2$ . Így a homorú lencse görbületi sugara:

$$R_d = 224.109 \pm 13.402$$

A hibát mindkét esetben a

$$\Delta R = R \cdot \left( 2 \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta m}{m} \right)$$

képlettel számoltam.

## 8 Diszkusszió:

Mivel a mérés során keletkező értékeket nem tudom összehasonlítani irodalmi értékekkel, így a hibákra hagyatkozva azt mondhatom, hogy sikeres volt a mérés. Egyedül a homorú lencse görbületi sugara mutat elég nagy pontatlanságot.