A mikroszkóp vizsgálata

8. mérés

Mérést végezte: Borkovits Bendegúz

Szerdai csoport

NK-T7UR9P

[borbende@gmail.com](mailto:borbende@gmail.com)

Fiktív mérés dátuma: 2020. 04. 28.

Jegyzőkönyv beadása: 2020. 05.02.

Mérési adatok:

**8.1. Objektív nagyításának mérése**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***K*1 [mm]** | ***T*1 [mm]** | ***K*2 [mm]** | ***T*2 [mm]** |
| **kis objektív** | 2.41 | 5 | 6.37 | 6 |
| **nagy objektív** | 0.25 | 8 | 7.56 | 9 |
| **tükrös objektív** | 2.27 | 8 | 5.24 | 9 |
| **hiba** | ±0.005 | ±0.01 | ±0.005 | ±0.01 |

**1. táblázat**: Tubushosszabbító nélkül mérve

**8.2. Objektív fókusztávolságának mérése**

A tubushosszabbító hossza tolómérővel mérve: *L* = (70 ± 0.05) mm

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***K*1 [mm]** | ***T*1 [mm]** | ***K*2 [mm]** | ***T*2 [mm]** |
| **kis objektív** | 1.07 | 5 | 6.25 | 6 |
| **nagy objektív** | 1.25 | 5 | 5.83 | 5.5 |
| **tükrös objektív** | 2.48 | 2 | 6.70 | 3 |
| **hiba** | ±0.005 | ±0.01 | ±0.005 | ±0.01 |

**2. táblázat**: Tubushosszabbítóval mérve

**8.3. Numerikus apertúra mérése**

átlátszó műanyag magasítólap magassága: *h* = 12.3 mm, ∆*h* = 0.0025 mm

fényhullámhossz: λ = 589 nm

levegő törésmutatója: *n* = 1

kis objektív esetén az *a* távolság: *a*kicsi = 71.5 mm − 69.2 mm

nagy objektív esetén az *a* távolság: *a*nagy = 72.0 mm − 68.3 mm

**8.4. Görbületi sugár mérése Newton-gyűrűk alapján**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| gyűrű *n*  sorszáma | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| *x*bal  [mm] | 4.55 | 4.18 | 3.87 | 3.65 | 3.47 | 3.29 | 3.11 | 2.94 | 2.80 | 2.66 |
| *x*jobb  [mm] | 5.76 | 6.15 | 6.46 | 6.64 | 6.89 | 7.02 | 7.17 | 7.33 | 7.45 | 7.52 |

**3. táblázat**: 4. domború lencse

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| gyűrű *n*  sorszáma | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| *x*bal  [mm] | 2.51 | 2.03 | 1.63 | 1.34 | 1.12 | 0.87 | 0.62 | 0.40 | 0.21 | 0.02 |
| *x*jobb  [mm] | 2.80 | 5.25 | 5.60 | 5.94 | 6.22 | 6.44 | 6.64 | 6.86 | 7.02 | 7.22 |

**4. táblázat**: 4. domború lencse és 5. homorú lencse

A mérés célja:

Az objektív nagyításának mérése, az objektív fókusztávolságának mérése, a numerikus apertúra meghatározása és lencse görbületi sugarának mérése Newton-gyűrűk alapján.

A mérés rövid leírása:

Az objektív nagyítását az objektív-mikrométer és az okulár-mikrométer használatával mérem meg. Így lemérem a tárgy és képtávolságokat. A fókusztávolságot egy tubushosszabbító segítségével mérem. A nagyítást még egyszer le kell mérni és ezután már számolható a fókusztávolság. A numerikus apertúra meghatározásához előbb ki kell számolni a félnyílásszöget egy olyan távolság alapján, ami azt mutatja meg, hogy a tárgyasztalon a pengét mennyivel kell elmozdítani, amíg a penge éle áthalad a képmezőn. Illetve szerepet játszik a magasítólap magassága is. Végül a lencse görbületi sugarát egy adott hullámhosszú lámpa használatával mérem. Meg kell adni az okulárskálán lemért átmérők bal és jobb oldali végpontjainak értékét. Ezekre egyenest illesztek és a meredekségből kapom meg a sugarat.

Eszközök:

Mikroszkóp, penge, lencsék, tubushosszabbító, objektív-mikrométer, okulár, okulár-mikrométer.

Hibaforrások:

Kezelési hiba, leolvasási hiba, koszolódás, kerekítés, az elméleti levezetés alatt használt esetleges egyszerűsítés.

Kiértékelés:

**8.1. Objektív nagyításának mérése**

Az objektív nagyítását az alábbi összefüggéssel számíthatom:

Hibája:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***K*1 [mm]** | ***T*1 [mm]** | ***K*2 [mm]** | ***T*2 [mm]** | ***N*** |
| **kis objektív** | 2.41 | 5 | 6.37 | 6 | 3.96±0.06 |
| **nagy objektív** | 0.25 | 8 | 7.56 | 9 | 7.31±0.11 |
| **tükrös objektív** | 2.27 | 8 | 5.24 | 9 | 2.97±0.05 |
| **hiba** | ±0.005 | ±0.01 | ±0.005 | ±0.01 |

**8.2. Objektív fókusztávolságának mérése**

A tubushosszabbító hossza tolómérővel mérve: *L* = (70 ± 0.05) mm

Újra ki kell számolni a nagyítást az előző módon, utána pedig a fókusztávolságot az alábbi összefüggéssel számolom:

Hibája:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***K*1 [mm]** | ***T*1 [mm]** | ***K*2 [mm]** | ***T*2 [mm]** | ***N1*** | ***N2*** | ***f* [mm]** |
| **kis objektív** | 1.07 | 5 | 6.25 | 6 | 3.96±0.06 | 5.18±0.08 | 57.38±4.74 |
| **nagy objektív** | 1.25 | 5 | 5.83 | 5.5 | 7.31±0.11 | 9.16±0.27 | 37.84±5.99 |
| **tükrös objektív** | 2.48 | 2 | 6.70 | 3 | 2.97±0.05 | 4.22±0.07 | 56.00±3.89 |
| **hiba** | ±0.005 | ±0.01 | ±0.005 | ±0.01 |

**8.3. Numerikus apertúra mérése**

Először meg kell határozni a félnyílásszöget, amit az alábbi összefüggés ad meg:

Hibája:

Ezután a numerikus apertúrát így adom meg:

Hibája:

Megjegyzés: A szögeket radiánban kell számolni!

Mivel az „a” távolságot most nem volt lehetőség többször lemérni, ezért abszolút hibája legyen a leolvasási hiba: , de ez „a1” és „a2” abszolút hibája és nem a számolt „a” hibája. Az a hiba ez:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***a1 [mm]*** | ***a2 [mm]*** | ***a [mm]*** | ***u [rad]*** | ***A*** |
| **kis objektív** | 71.5 | 69.2 | 2.3±0.0707 | 0.0932±0.0003 | 0.0931±0.0003 |
| **nagy objektív** | 72.0 | 68.3 | 3.7±0.0707 | 0.1493±0.0004 | 0.1487±0.0004 |

**8.4. Görbületi sugár mérése Newton-gyűrűk alapján**

Két mérés történt. Az elsőben csak egy domborúra, míg a másodikban egy domború és homorú lencse egymásra helyezett kettősére lettek felvéve az adatok.

A gyűrűk valódi sugara:

Ennek a négyzetét kell ábrázolni a gyűrűk k sorszámának függvényében. Az egyenes meredekségéből pedig megkapom a görbületi sugarat a hullámhossz segítségével:

Hibája: ()

A lencsekettősnél viszont így csak egy effektív sugarat kaphatok meg. A homorú lencse görbületi sugara:

Hibája:

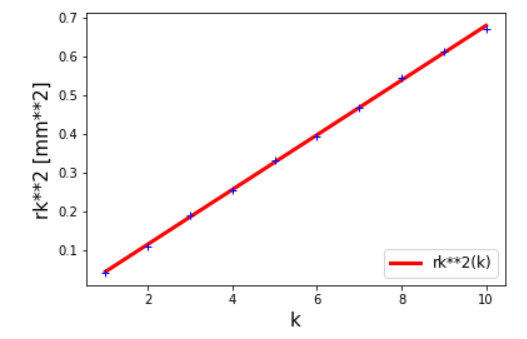
Domború lencse:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| gyűrű *n*  sorszáma | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| *x*bal  [mm] | 4.55 | 4.18 | 3.87 | 3.65 | 3.47 | 3.29 | 3.11 | 2.94 | 2.80 | 2.66 |
| *x*jobb  [mm] | 5.76 | 6.15 | 6.46 | 6.64 | 6.89 | 7.02 | 7.17 | 7.33 | 7.45 | 7.52 |
| rk2 [mm2] | 0.041 | 0.110 | 0.190 | 0.253 | 0.331 | 0.394 | 0.467 | 0.546 | 0.613 | 0.669 |

Az illesztett egyenes egyenlete:

Az illesztés hibái:

Az illesztés: (Jupyter notebook)



A meredekségből számolva a domború lencse görbületi sugara:

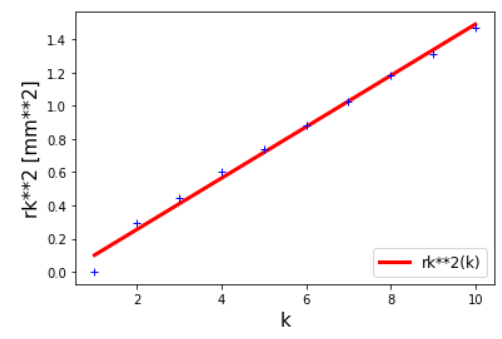
Domború és homorú lencse: N=2.97

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| gyűrű *n*  sorszáma | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| *x*bal  [mm] | 2.51 | 2.03 | 1.63 | 1.34 | 1.12 | 0.87 | 0.62 | 0.40 | 0.21 | 0.02 |
| *x*jobb  [mm] | 2.80 | 5.25 | 5.60 | 5.94 | 6.22 | 6.44 | 6.64 | 6.86 | 7.02 | 7.22 |
| rk2 [mm2] | 0.002 | 0.294 | 0.447 | 0.600 | 0.737 | 0.879 | 1.027 | 1.183 | 1.314 | 1.469 |

Az illesztett egyenes egyenlete:

Az illesztés hibái:

Az illesztés: (Jupyter notebook)



A meredekségből számolva az effektív görbületi sugár:

A feljebb leírt összefüggések alapján pedig a homorú lencse görbületi sugara:

Diszkusszió:

Mindegyik mérésre elfogadható hibaértékeket kaptam és az egyenesek illesztése is aránylag pontos. A görbületi sugárnál bebizonyosodott, hogy a homorú lencse sugarának hibaértéke a hibaöröklődéssel igencsak nő.

Forrás:

A mikroszkóp vizsgálata (Havancsák Károly) fejezete a laborjegyzetnek.