

Fényhullámhossz és diszperzió mérése

jegyzőkönyv



Mérést végezte:
Koroknai Botond

Mérés időpontja:
2023.04.12

Neptun kód:
AT5M0G

Jegyzőkönyv leadásának időpontja:
2023.04.23

Tartalomjegyzék:

1	A mérés célja	2
2	A mérőeszközök:	2
3	Fontos összefüggések	2
4	Mérési adatok:	2
4.1	Hullámhossz mérés:	2
4.2	Bizonytalanság meghatározása:	3
4.3	Törőszög meghatározása:	3
4.4	Diszperzió vizsgálata:	3
5	Diszkusszió:	4

1 A mérés célja

A mérés során egy optikai rács, valamint egy prizma fénytörő tulajdonságait kellett megvizsgálni. A prizma az összetett fényeket színeire bontja, és célunk volt megmutatni, hogy a törésmutató valóban függ a hullámhossztól. Goniométer segítségével megmértük, hogy a 0. rendtől mekkora szöggel térnek ki az adott hullámhosszú fénysugarak, és ezen szögek segítségével megkaphatjuk, hogy mekkora hullámhosszal rendelkeznek. Ezt követően a prizma törőszögével és a minimális eltérés szögének segítségével meghatározhatjuk a prizma törésmutatóját is.

2 A mérőeszközök:

- Goniométer
- Prizma - 2-es
- Optikai rács - 8000 lpi
- Spektrállámpa
- Kalibrációs üveg

3 Fontos összefüggések

Prizma törésmutatójának meghatározása:

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\phi + \varepsilon_{min}}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\phi}{2}\right)} \quad (1)$$

ahol ϕ a prizma törőszöge, és ε_{min} a minimális eltérés szöge.

Prizma törőszögének meghatározása:

$$\phi = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \quad (2)$$

ahol α_1 és α_2 a törőlapokról visszavert képének a beeső nyalábbal bezárt szögei.

Hullámhossz:

$$\lambda = \frac{d}{k} \sin \alpha \quad (3)$$

ahol k a színvonal rendje, d a rácsállandó, α az eltérés szöge.

4 Mérési adatok:

4.1 Hullámhossz mérés:

Első rend				
Szín	$\alpha_{bal} [^\circ]$	$\alpha_{jobb} [^\circ]$	$\frac{\alpha_{bal} + \alpha_{jobb}}{2} [^\circ]$	$\lambda (nm)$
Lila	7.3742	8.3408	7.8575	434.054 ± 9.436
Kék	8.4675	8.5164	8.4919	468.851 ± 9.431
Türkiz	8.6867	8.7222	8.7045	480.499 ± 9.415
Világoszöld	9.2106	9.2433	9.2269	509.094 ± 9.402
Sárgás-zöld	9.8861	9.9339	9.9134	546.421 ± 9.383
Narancssárga I	10.0672	10.9083	10.4878	577.933 ± 9.366
Narancsárga II	10.4652	10.5681	10.5165	579.497 ± 9.365
Vörös	11.6933	11.7311	11.7122	644.512 ± 9.327
Másod rend				
Lila	15.8417	15.9983	15.9231	435.443 ± 9.162

A hullámhossz hibája a

$$\Delta\lambda = \frac{d}{k} \cos\alpha \cdot \Delta\alpha \quad (4)$$

képlettel számolható ki.

4.2 Bizonytalanság meghatározása:

A mérés során többször is megmértem az első rendű kék vonal pozícióját, ezzel keresve a mérések szórását.

Mérés sorszáma	Kék
1.	8.4764
2.	8.4808
3.	8.4783
4.	8.4756
5.	8.4839
6.	8.4756

Az így mért adatok alapján: $\Delta\alpha = 0.003$

4.3 Törőszög meghatározása:

A mérés során a 2-es prizma jelöletlen szögét vizsgáltam úgy, hogy bal és jobb oldalon is megkerestem a nulladrendű maximumot.

A (2)-es képlet alapján a törőszög:

$\alpha_{bal} [^\circ]$	$\alpha_{jobb} [^\circ]$
43.5994	74.4752

$$\phi = 59.0372^\circ$$

4.4 Diszperzió vizsgálata:

Megmértem az egyes színekhez tartozó minimum szögtértékeket, és a (3) - as képlet alapján kiszámoltam a törésmutatókat.

Szín	$\varepsilon_{min} [^\circ]$	n
Lila	39.6756	1.539 ± 0.0189
Világos lila	39.5352	1.535 ± 0.0189
Kék	39.1306	1.534 ± 0.0189
Türkiz	39.0412	1.530 ± 0.0189
Világoszöld	38.8670	1.529 ± 0.0189
Zöld	38.6775	1.527 ± 0.0189
Sárga	38.5567	1.525 ± 0.0189
Vörös	38.3226	1.523 ± 0.0189

Hiba: Legyen

$$a = \frac{\phi + \varepsilon_{min}}{2} \quad (5)$$

$$b = \frac{\phi}{2} \quad (6)$$

Hibájuk megadható

$$\Delta a = \frac{\Delta\phi + \Delta\varepsilon_{min}}{2} \quad (7)$$

$$\Delta b = \frac{\Delta\phi}{2} \quad (8)$$

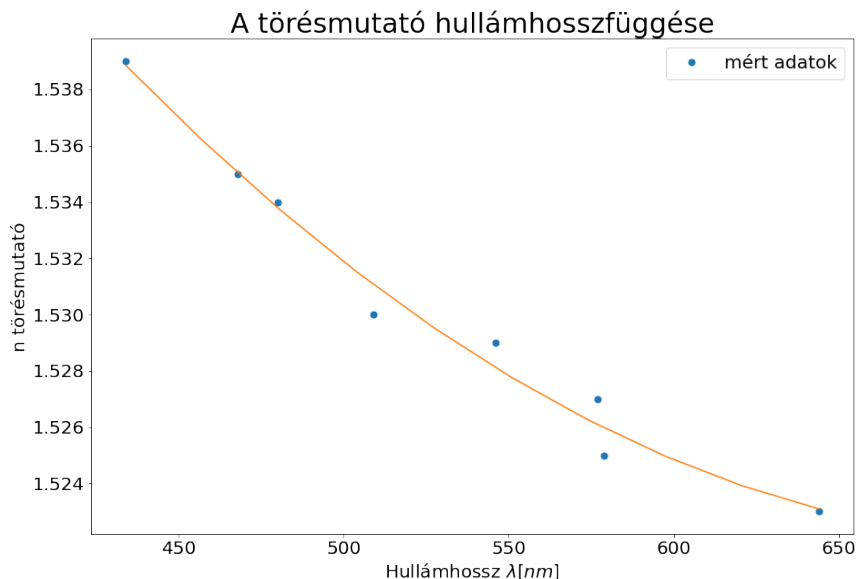
alakban. A törésmutató hibája, így

$$\Delta n = n (\Delta a \cdot ctga + \Delta b \cdot ctgb) \quad (9)$$

alakban megadható.

Mivel az adott színhez tartozó szögmérés bizonytalansága nagyobb, mint a leolvasás bizonytalansága, így azt mondhatjuk, hogy:

$$\Delta\phi = \Delta\varepsilon_{min} = \Delta\alpha = 0.003 \quad (10)$$



Közepes diszperzió meghatározása:

$$n_{kozepes} = n_{turkiz} - n_{voros} = 0.007 \quad (11)$$

Felbontóképesség: A felbontóképességgel megadhatjuk, hogy milyen legkisebb hullámhossz különbséget tudunk megkülönböztetni a rács spektrumában.

$$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = kN \quad (12)$$

Ahol k a rend, és N a vonalak száma.

Mivel 4 cm széles fénynyalábbal világítottuk meg a rácsot (8000 lpi, 1 inch = 2.54 cm)

$$8000/2.54 \cdot 4 = 12598 \quad (13)$$

szomszédos vonal található. A felbontóképességet a narancssárga szín hullámhosszán vizsgáltam, azaz: $\lambda = 577.933$ nm

k	$\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$	$\Delta\lambda$ [nm]
1	12598	21.8
2	25196	43.6
3	37794	65.4

5 Diszkusszió:

Az általam mért hullámhosszértékek nagyjából megfeleltek az irodalmi értékeknek. A mérések alapján sikeresen beláttam, hogy a hullámhossz fordítottan arányos a törésmutatóval, valamint a törésmutatók és a közepes diszperzió értéke alapján arra következtethetők, hogy a prizma koronaüvegből (BK1) készült.