Mérési jegyzőkönyv

9. számú mérés

Fényhullámhossz és diszperzió mérése

Mérést végezte : Kulyassa Róbert
Mérés tervezett időpontja : 2000. május 8. (hétfő délelőtt)
Mérés időpontja : 2000. március 30.

1 Mérés elve

Ha egy optikai rácsot megvilágítunk, azon diffrakció lép fel. A fény elhajlási szögéből annak hullámhossza meghatározható. Ez lesz első mérési feladatunk.
Később ezen hullámhosszak ismeretében egy prizma diszperzióját mérjük meg.

2 Mérés leírása

Én a mérést az SP-9416-os goniométerrel végeztem. A mérés szempontjából kritikus, hogy a tárgyasztal síkja a forgástengelyre merőleges legyen, valamint, hogy az asztalon elhelyezett optikai rácsra (melyre az első méréshez lesz szükségünk) merőlegesen essen a bejövő sugár. Ezért a tényleges mérések megkezdése előtt ezek beállításával foglalkoztam.

2.1 Fényhullámhossz mérése

A tárgyasztalon elhelyezett optikai rácsot spekrállámpával világítjuk meg. A rácson 297 vonal van mm-enkénk, azaz a rácsállandó:

$$d = \frac{1}{297 \cdot 10^3} = 3.367 \mu m$$

A közvetlen (eltérülés nélküli) sugár szöge a gonométer tárcsáján: $9°16'30''$. A diffraktálódó fénysugarak elsőrendű maximumhelyeinek szöge ettől jobbra valamint balra a táblázatban látható .(A szögértékek nem relatívak, hanem a goniométerről közvetlenül leolvasottak.)

Tudjuk, hogy a maximumhelyek kapcsolata a hullámhosszal:

$$\Lambda = \frac{d \cdot sin\alpha}{k}$$

(ahol

- Λ : a fény hullámhossza
- d : a már tárgyalt rácsállanaó
- k : az elhajlás rendje (esetünkben k=1)

Szín neve	Eltérülés a tengelytől		Különbség	Számított
	jobbra	balra		hullámhossz [nm]
lila	$1°49'30''$	$16°42'30''$	$14.883°$	436.08
kék	$1°18'$	$17°16'$	$15.966°$	467.62
zöldes kék	$1°7'$	$17°26'$	$16.316°$	477.80
zöld	$0°36'$	$18°1'$	$17.416°$	509.77
szuperzöld	$359°59'$	$18°37'30''$	$18.641°$	545.32
sárga 1	$359°27'$	$19°9'$	$19.7°$	575.991
sárga 2	$359°25'30''$	$19°11'$	$19.758°$	577.67
vörös	$358°18'$	$20°19'$	$22.016°$	642.93

Táblázat 1: A hullámhosszmérés eredményei

- α : az elhajlási kép maximumleyeinek szöge a közvetlen sugárhoz képest)

Az eltérülés szögét a mért adatokból következőképp számíthatjuk:

$$\alpha = \frac{\alpha_{jobb} - \alpha_{bal}}{2}$$

(a táblázat "Különbség" rovatában ennek duplája szerepel)
Most már minden adott a hullámhosszak kiszámolásához. (A számolás eredménye a táblázatban látható.)

2.2 Prizma diszperziójának mérése

Most - az opikai rács eltávolítása után - egy prizmát teszünk a tárgyasztalra (Én a 3-as jelűt használtam) . A megvilágítás ugyanaz a spektrállámpa (így ennek spektruma már ismert).
Feladatunk a prizma törésmutatójának meghatározása, különböző hullámhosszak esetén. Ehhez a:

$$n(\Lambda) = sin\frac{\varphi + \epsilon(\Lambda)}{2} \cdot sin^{-1}\frac{\varphi}{2}$$

egyenletet használjuk (ahol φ a prizma törőszöge, ϵ pedig az adott hullámhosszhoz tartozó legkisebb eltérülés szöge).
A prizma törőszögének meghatározását úgy végezzük, hogy a törőélet a sugárral szembe állítjuk, és mérjük a prizmáról (jobbra, illetve balra) visszaverődő sugarak szögét. A két sugár által bezárt szög (egyszerű geometriai

megfontolások alapján) éppen duplája lesz a törőszögnek.

$$\alpha_1 = 51°8' \qquad \alpha_2 = 291°27'$$

$$\varphi = \frac{\alpha_1 + 360° - \alpha_2}{2} = 59°50'30''$$

A legkisebb eltérülés szögének meghatározásához addig forgatjuk a prizmát, amég a távcsőben a spektrumvonal "visszafordul", azaz addig ahol a szög már nem csökken tovább. Ez természetesen hullámhosszfüggő (hiszen ez teszi lehetővé a diszperzió vizsgálatát), így minden spektrumvonalra külön el kell végeznünk. (A mért eredmények, valamint az ezekből számolt törésmutatók a táblázatban szerepelnek.)

Szín neve	Hullámhossz	A minimális eltérülés szöge	Törésmutató
lila	436.08	$48°53'$	1.6293
kék	467.62	$48°37'30''$	1.6267
zöldeskék	477.8	$48°33'30''$	1.6260
zöld	509.77	$48°22'30''$	1.6241
szuperzöld	545.32	$48°22'$	1.6240
sárga	575.99	$48°2'$	1.6206
vörös	577.67	$47°49'$	1.6183

Táblázat 2: Prizma törésmutatója különböző hullámhosszakra

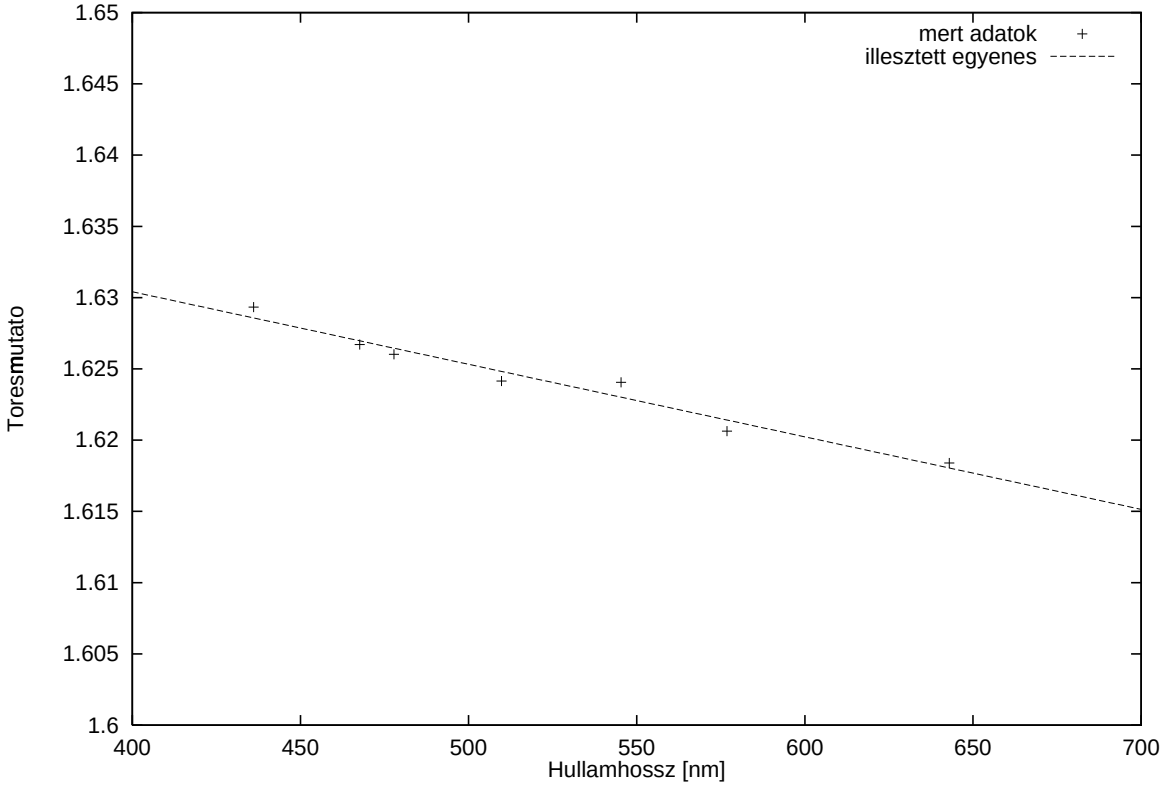
3 A mérés hibái

Ebben a mérésben egyetlen mért mennyiségünk van, ez pedig a szög. Ennek hibája a goniométer szögmérőjének leolvasási hibája miatt $\pm 15''$-re adódna, ez azonban csak elméleti lehetőség. A valódi hiba megállapítására reprodukciós próbát végeztem a mérés több pontján. Ezek alapján:

$$\Delta\alpha = 30''$$

A hullámhosszak hibája így (a legnagyobb lehetséges hibával számolva, amikor $cos\alpha = 1$):

$$\Delta\Lambda = d \cdot \Delta\alpha \cdot cos\alpha = \pm 0.28nm$$



ábra 1: Prizma törésmutatója a hullámhossz függvényében

A második mérésben számolt törésmutatók hibája ($cos\alpha = 1$, $sin\alpha = 0.2$ közelítéseket alkamazva):

$$\Delta n = \Delta\alpha(\frac{dn}{d\varphi} + \frac{dn}{d\epsilon}) = \pm 0.0425$$