

KLASSZIKUS FIZIKA LABORATÓRIUM

9. MÉRÉS

Fényhullámhossz és diszperzió mérése

Mérést végezte:

Enyingi Vera Atala
ENVSAAT.ELTE



Mérés időpontja:
2011. október 19.
Szerda délelőtti csoport

1. A mérés célja

A mérés során spektrállámpa fényét komponenseire bonta vizsgáljuk, amit egy optikai rács segítségével érünk el. Ezután a különböző színű fények eltérülésének szögét mérve következtetünk a hullámhosszakra. Végül pedig a prizma törőszögét és diszperzióját vizsgáljuk meg.

2. A mérés eszközei

- Goniométer
- Optikai rács
- Prizma
- Spektrállámpa

3. A mérés elmélete

3.1. Hullámhossz mérése optikai rács segítségével

Az "optikai rács" kifejezés alatt egymással párhuzamosan, igen sűrűn elhelyezett vékony rések vagy visszaverő felületek sorozatát értjük. Amit mi használtunk, az egy plánparalel lemez, melyen egymáshoz közel párhuzamos karcolások találhatók. A rács jellemzője a rácsállandó, ami egy nem áteresztő, és egy teljesen áteresztő sáv szélességének összege.

Az ilyen optikai rácsra párhuzamos fény-nyalábot bocsájtva a rács túloldalán diffrakciós képet figyelhetünk meg. Fennáll az alábbi egyenlőség, ahol $k \in \mathbb{N}^+$, λ a fény hullámhossza, d a rácsállandó és α az eltérülés szöge:

$$k\lambda = d\sin\alpha$$

Ez az ún. Fraunhofer-diffrakció. A közelítéseinek használatához azonban bizonyos feltételnek fenn kell állnia: fel kell tennünk, hogy messziről tekintünk a résekre.

3.2. Prizma törésmutatójának mérése

A prizma esetén megfelelő beállítással elérhető a beeső fény eltérülési szögekenek minimalizálása. A törésmutatóra ekkor igaz:

$$n = \frac{\sin \frac{\varphi + \epsilon_m}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}}$$

φ a prizma törőszöge.

4. A mérés menete

Első lépésként be kellett állítani a goniométert, ezután kezdettem el a mérést.

4.1. Mérés optikai ráccsal

Az optikai rácra egy kollimátoron keresztül párhuzamos nyalábot bocsátunk, ami a rácson való áthaladás után elhajlási képet ad. A különböző színű fénysugarak elhajlásának szögét mértem először három elhajlási rendben, majd a mérés reprodukálhatóságát vizsgálva egy szín szögét többször is megvizsgáltam.

4.2. Prizma

A prizma törőszögét szembehelyeztem a kollimátorral, és a visszavert kép és a kollimátor bezárt szögét vizsgálva a prizma törőszögét az alábbi képlet alapján számolhatom:

$$\Phi = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$$

Ezután a minimális eltérülési szögeket vizsgáltam.

5. Mérési adatok és kiértékelés

5.1. Mérés optikai ráccsal

A mérés során alkalmazott optikai rács $15000LPI$ volt, azaz 15000 vonal van rajta inchenként. A rácsállandója: $d = 1693,3nm$.

Az elméleti rész alapján a hullámhossz kifejezhető:

$$\lambda = \frac{d}{k} \sin \alpha$$

Az első mérési adatoknál ez a k érték 1, mivel csak az elsőrendig vizsgáljuk.

Az alábbi, 1 tartalmazza a mért és számított értékeket:

Szín	φ_{jobb}	φ_{bal}	α	λ [nm]
Lila	345°5'20''	14°53'27''	14°49'33''	435,68
Sötétkék	343°57'32''	16°0'48''	16°2'5''	468,08
Világoskék	343°31'40''	16°25'52''	16°23'30''	479,98
Zöld	342°30'40''	17°26'16''	17°21'30'	507,31
Sárgászöld	341°10'14''	18°45'26''	18°48'3''	545,93
Narancs ₁	340°3'36''	19°52'14''	19°51'10''	575,75
Narancs ₂	339°58'4''	19°56'48''	20°1'10''	580,38
Vörös	337°37'36''	22°16'36''	22°16'21''	643,22

1. táblázat. Az első elhajlási rendek szögértékei a két oldalon

φ_1	17°26'16"
φ_2	17°26'50"
φ_3	17°26'54"
φ_4	17°26'44"
φ_5	17°26'28"
$\bar{\varphi}$	17°26'38"

2. táblázat. A zöld szín többszöri mérési eredményei

A hibát jelentheti a leolvasás hibája, ami 2", ám a vonalnak van vastagsága is, tehát a hiba megnő, kb. 10'-re. Más módon is kiszámoltam a hibát, az átlagtól való legnagyobb eltérés 22", a szórás 15,43". Ezek alapján $\Delta\alpha = 20'' = 0,001rad$ értékkel számolok.

A hibát az alábbi képletben számoltam:

$$\Delta\lambda = \Delta\alpha \frac{d}{k} \cos \alpha$$

Ez a hiba a többször megmért zöld szín esetén:

$$\bar{\lambda} = 507,31 \pm 0,25nm$$

Ezek után a kék színre megmértem a másod- és harmadrendeket is:

	φ_{jobb}	φ_{bal}	α	λ [nm]
1. rend	343°57'32"	16°0'48"	16°2'5"	468,08
2. rend	326°20'2"	33°22'22"	33°26'40"	467,84
3. rend	303°30'26"	55°19'56"	55°57'0"	467,66

3. táblázat. A kék szín első-, másod- és harmadrendbeli elhajlási értékei

5.2. Mérés prizmaival

Az optikai rács helyett a tárgyasztalra a1-es számú prizrát raktam, aminek a 3-as törőszögét vizsgáltam.

A törőszög-mérés alatt kapott adatok: Ezután a spektrum vizsgálatával minden

φ_{jobb}	61°33'42"
φ_{bal}	30°30'2"
φ	46°5'1"

4. táblázat. A prizma törőszöge

színhez megkerestem a minimális eltérülési szöget.

Szín	ϵ_{min}	n	λ [nm]
Vörös	39° 0' 2"	1,728 ± 0,003	643,22
Narancs ₂	38°44'28"	1,724 ± 0,003	580,38
Narancs ₁	38°46' 6"	1,724 ± 0,003	575,75
Sárgászöld	38°53'54"	1,728 ± 0,003	545,75
Zöld	39° 5' 2"	1,729 ± 0,003	507,31
Világoskék	39°15'36"	1,733 ± 0,003	479,98
Sötétkék	39°20'45"	1,735 ± 0,003	468,08
Lila	39°35'56"	1,740 ± 0,003	435,68

5. táblázat. A spektrum minimális eltérülési szögei

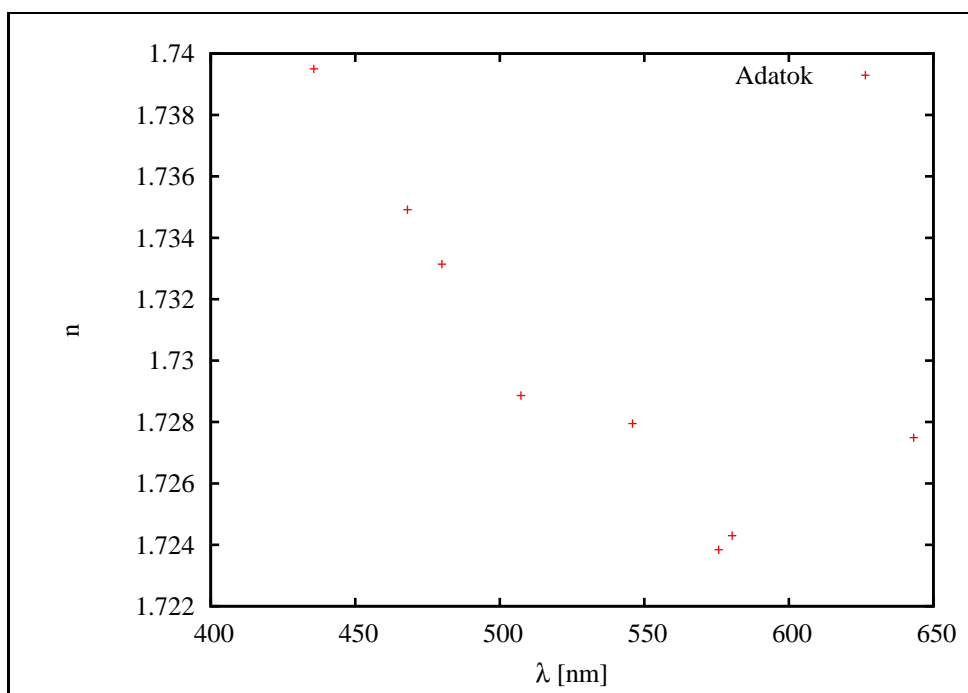
A törésmutató hibáját a [1] alapján számoltam:

$$\frac{\Delta n}{n} = \Delta a \operatorname{ctg}(a) + \Delta b \operatorname{ctg}(b)$$

Ahol

$$a = \frac{\varphi + \epsilon_{min}}{2} \quad \text{és} \quad b = \frac{\varphi}{2}$$

A törésmutatót a hullámhossz függvényében a 1. grafikonon ábrázoltam.



1. ábra. A törésmutató hullámhosszfüggése

A 1. ábrán jól látszik, hogy a törésmutató függ a fény hullámhosszától, ezért töri meg a fényt.

Hivatkozások

- [1] Böhönyey - Havancsák - Huhn: Mérések a klasszikus fizika laboratóriumban, Szerkesztette: Havancsák Károly, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2003.