

Fényhullámhossz és diszperzió mérése

Asztalos Bogdán

Hétfői csoport

mérés időpontja: 2017. 11. 13.

jegyzőkönyv leadásának időpontja: 2017. 11. 20.

A mérés célja

A fényt optikai rácson átirányítva, azt láthatjuk, hogy az optikai tengelytől különböző irányokban eltérül, ahol az eltérülés szöge függ a fény hullámhosszától. Emiatt különböző színű komponensekből álló fény optikai rácson áthaladva különböző színekre bomlik.

A fény terjedési sebessége vákuumban $c = 300\,000 \frac{km}{s}$, de közegekbe belépve ez kisebb érték, ennek jellemzésére szolgál a törésmutató, ami megmutatja, hogy egy anyagba belépve, hányadára csökken a terjedési sebesség: $n = \frac{c}{v_{közeg}}$. Sok anyagban a törésmutató függ a fény hullámhosszától, emiatt a fény különböző színű összetevői máshogy törnek.

A mérés során a rács segítségével vizsgáljuk a *Hg/Cd* spektrállámpa spektrumját, majd egy prizmán való töréssel mérjük meg a prizma törésmutatójának hullámhossztól való függését.

A mérés eszközei

- Goniométer
- *Hg/Cd* spektrállámpa
- $15\,000 \frac{vonás}{inch}$ vonalsűrűségű optikai rács
- 3 jelzésű prizma

A mérés menete

A mérés első felében a fénynek a rácson való komponensekre bomlását vizsgáljuk. Fényforrásként a spektrállámpát használtuk, aminek spektruma diszkrét vonalokból áll. A goniométer alapbeállításainak elvégzése után (miután vízszintes helyzetbe hoztuk a tárgyasztalt és megkerestük a 0° -os elhajláshoz tartozó állást) a tárgyasztalra helyeztük az optikai rácsot, és megkerestük azt az állást, hogy a fénynyaláb merőlegesen essen a rácsra. Ezután a goniométerrel megkerestük a spektrumvonalakat, és leolvastuk, hogy az egyes vonalak mekkora szöggel térültek el az optikai tengelytől. Mivel a szögeltérülés függ a hullámhossztól, ezért adott vonal szögéből kiszámítható a hullámhossza.

A mérés második felében ugyancsak a spektrállámpát használtuk fényforrásként, és ezúttal prizmat tettünk a fénynyaláb útjába. Először a prizma törőszögét mértük meg úgy, hogy a prizma csúcsa melletti két oldaláról visszavert fénysugár szögét kerestük, ezután, a fénynyalábot a prizma egyik oldalára vetítjük, és a prizma forgatásával megkerestük azt a helyzetet, amikor a fénysugár eltérülése a legkisebb. Mivel a prizma anyagának törésmutatója hullámhosszfüggő, ezért a fény különböző színű komponensei különböző módon törnek meg, így a fent megmért ε_{\min} minimális szög is más lesz. Ezt megmérve, meghatározhatjuk a különböző színű komponensekre vonatkozó törésmutatót, és mivel az első mérésben meghatároztuk a különböző színek hullámhosszát, ezért megállapítható a prizma anyagára vonatkozó diszperzió is.

Kiértékelés

Nullhelyzet A tárgyasztal vízszintesre állítása után, és a rács nyalábra merőlegesre való beállítása után a goniométerrel megkerestük a 0. rendű maximumot, ahol a spektrállámpa összes színkép-vonalának maximuma van, tehát a fény fehér volt. A goniométer ezen állását tekinthetjük a 0° -os szögelfordulásnak, de mivel a goniométer hibás volt és nem lehetett

a szögleolvasó skáláját állítani, ezért csak feljegyeztük, hogy a 0. rendű maximum helye az $\alpha_0 = 359^\circ 53' 21''$ -nél van, ami $-0^\circ 6' 39''$ -nek felel meg, ezt kell levonni minden mért értékből.

Hullámhossz mérése A spektrállampa spektrumában 9 különálló vonal volt elég erős ahhoz, hogy több helyzetben is lehessen megmérni a helyzetét. Ezeknek a szögelhajlását megmértük az első rendű elhajlás esetén mindkét oldalon, valamint a másod rendű elhajlás esetén a bal oldalon (a kísérleti összeállítás hibája miatt a jobb oldalon nem volt elég erős a vonalak intenzitása, hogy a másodrendű elhajlást mérni lehessen). A mért adatokat az 1. táblázat tartalmazza. A táblázat tartalmazza adott szín elhajlásának mért szögét ($\alpha_{\text{mért}}$) a három rendben, valamint ezeknek az α_0 -tól való eltéréseit ($\alpha_{\text{valós}}$).

szín	$k = -1$		$k = 1$		$k = 2$		$\lambda_{\text{átlag}} [nm]$
	$\alpha_{\text{mért}}$	$\alpha_{\text{valós}}$	$\alpha_{\text{mért}}$	$\alpha_{\text{valós}}$	$\alpha_{\text{mért}}$	$\alpha_{\text{valós}}$	
ibolya	$359^\circ 53' 21''$	$-13^\circ 48' 43''$	$13^\circ 42' 49''$	$13^\circ 49' 28''$	$28^\circ 25' 55''$	$28^\circ 32' 34''$	404,3
kékeslila	$345^\circ 0' 0''$	$-14^\circ 53' 21''$	$14^\circ 48' 12''$	$14^\circ 54' 51''$	$30^\circ 50' 24''$	$30^\circ 59' 3''$	435,6
kék	$343^\circ 52' 37''$	$-16^\circ 0' 44''$	$15^\circ 55' 28''$	$16^\circ 2' 7''$	$33^\circ 25' 44''$	$33^\circ 32' 23''$	467,4
világoskék	$343^\circ 27' 8''$	$-16^\circ 26' 13''$	$16^\circ 21' 12''$	$16^\circ 27' 51''$	$34^\circ 25' 44''$	$34^\circ 32' 23''$	479,6
zöld	$342^\circ 26' 42''$	$-17^\circ 26' 39''$	$17^\circ 22' 12''$	$17^\circ 28' 51''$	$36^\circ 49' 41''$	$36^\circ 56' 20''$	508,3
zöldessárga	$341^\circ 6' 32''$	$-18^\circ 46' 49''$	$18^\circ 41' 59''$	$18^\circ 48' 38''$	$40^\circ 3' 08''$	$40^\circ 9' 57''$	545,6
sárga 1	$340^\circ 0' 15''$	$-19^\circ 53' 6''$	$19^\circ 48' 22''$	$19^\circ 55' 1''$	$42^\circ 50' 59''$	$42^\circ 57' 38''$	576,5
sárga 2	$339^\circ 55' 48''$	$-19^\circ 57' 33''$	$19^\circ 52' 53''$	$19^\circ 59' 32''$	$43^\circ 2' 40''$	$43^\circ 9' 19''$	578,6
piros	$337^\circ 44' 53''$	$-22^\circ 8' 28''$	$22^\circ 14' 13''$	$22^\circ 20' 52''$	$49^\circ 23' 3''$	$49^\circ 29' 42''$	641,8

1. táblázat. A különböző színek szögelhajlása, és az ezekből kiszámított hullámhossz

Ezekből kiszámoltuk a színek hullámhosszát a $\lambda = \frac{d \sin(\alpha_{\text{valós}})}{k}$ összefüggés alapján mind a három rendre, és ezek átlagát tartalmazza a táblázat. Mivel a rácson a vonalsűrűség $15\,000 \frac{1}{\text{inch}}$, a rácsállandó $d = \frac{1}{15\,000 \frac{1}{\text{inch}}} = 1693 \text{ nm}$

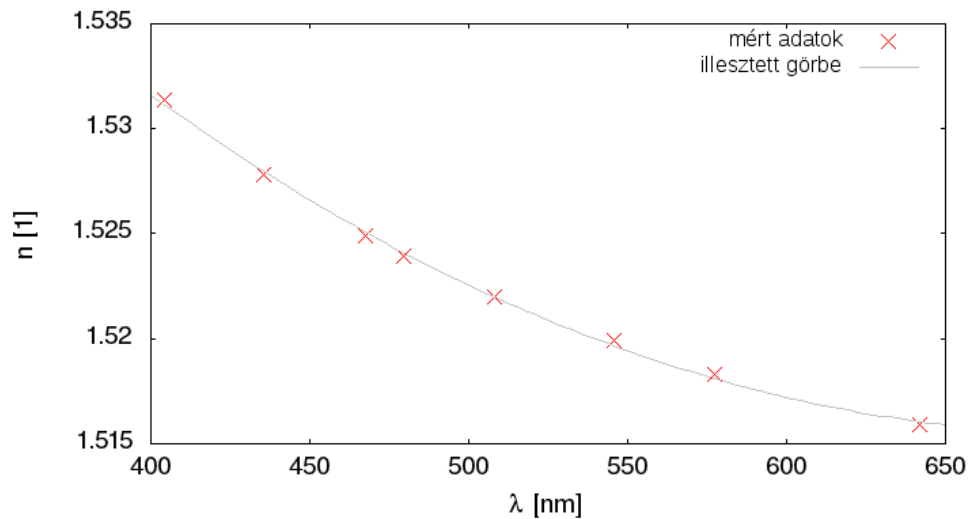
Törésmutató mérése Először a prizának a törőszögét mértük meg úgy, hogy a kérdéses csúcsával a fényaláb felé fordítottuk, majd a goniométerrel megkerestük, hogy a csúcs két oldaláról milyen irányba verődik vissza a nyaláb. A prizma törőszöge ezen szögek különbségének a fele, ez a mérés alapján $\phi = 60^\circ 0' 36''$.

Ezután a nyaláb legkisebb eltéréseit kerestük. Az előző méréshez hasonlóan, itt is a mért értékből ($\varepsilon_{\text{mért}}$) kiszámokuk, hogy mekkora a valódi ε_{min} szögeltérés, majd ezekből kiszámoltuk a törésmutatót az $n = \frac{\sin(\frac{\phi + \varepsilon_{\text{min}}}{2})}{\sin(\frac{\phi}{2})}$ összefüggés alapján. A kapott eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

Az 1. és a 2. táblázatokban a Hg/Cd spektrállampa minden színkomponensének megtalálható a hullámhossza, és a hozzá tartozó törésmutató. Az összetartozó párokat az 1. ábrán ábrázoltuk. Mint látszik, a törésmutató a hullámhossz függvényében csökken, vagyis rövid hullámhosszú anyagok jobban megtörnek. A mért adatokra az ábra alapján elég jól illeszkedik az $n = 0,184 \frac{1}{\mu\text{m}^2} \cdot \lambda^2 - 0,256 \frac{1}{\mu\text{m}} \cdot \lambda + 1,6$ egyenletű parabola, így a látható fény tartományában ez az összefüggés jól megadja a prizmán való törést.

szín	$\varepsilon_{\text{mért}}$	ε_{min}	n
piros	38°28'13"	38°34'52"	1,5159
sárga	38°40'52"	38°47'31"	1,5183
zöldessárga	38°48'56"	38°55'35"	1,5199
zöld	39°0'2"	39°6'41"	1,5220
világoskék	39°10'12"	39°16'51"	1,5239
kék	39°15'46"	39°22'25"	1,5249
kékeslila	39°31'14"	39°37'53"	1,5278
ibolya	39°50'30"	39°57'9"	1,5314

2. táblázat. A különböző színek minimális szögelhajlása a prizmán átesve, és az ezekből kiszámított törésmutató



1. ábra. A prizma anyagának mért törésmutatója a fény hullámhosszának függvényében