

GEOMETRIAI OPTIKA I.

Törésmutató meghatározása a törési törvény alapján

Mérést végezte:

Seres Attila, 2019.okt.25.

Mérés célja:

A mérés célja a Snellius-Descartes törvény igazolása, mely szerint a fénysugár különböző optikai sűrűségű felületek határán az alábbi képlet szerint megtörik: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} =$

$\frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}$. A mérés során a fénysugár ismert útjából számítottuk ki a törésmutatókat, illetve a határszöget (azt az α szöget, melyhez tartozó β éppen 90° .)

Méréshez felhasznált eszközök:

Elforgatható, szögmérős optikai pad, mágneses lézer, félkör alakú műanyag lencse

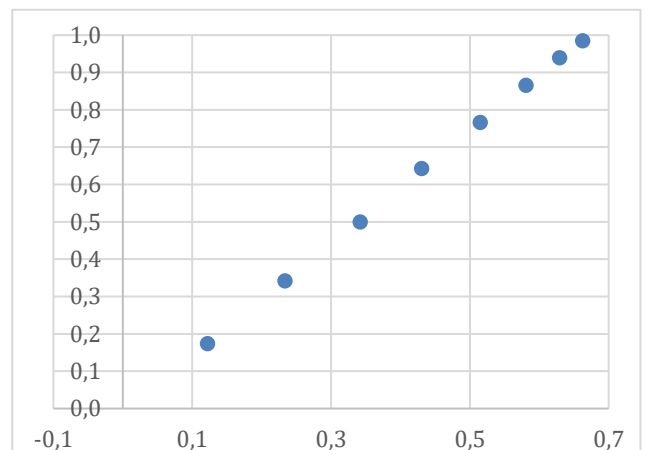
Mérés menete

Az optikai padra helyezett műanyag lencsét megvilágítjuk a lézerrel, majd a pad meghatározott szögekben való elforgatásakor leolvassuk a kilépő fénysugár eltérési szögét is.

Mért és számított adatok, ill grafikonok levegő→műanyag esetében:

Beesési szög [°]	Törési szög [°]	sin α	sin β	$n_{2,1}$
0	0	0,1736	0,1219	1,4249
10	7	0,3420	0,2334	1,4651
20	13,5	0,5000	0,3420	1,4619
30	20	0,6428	0,4305	1,4931
40	25,5	0,7660	0,5150	1,4874
50	31	0,8660	0,5807	1,4913
60	35,5	0,9397	0,6293	1,4932
70	39	0,9848	0,6626	1,4862
80	41,5			

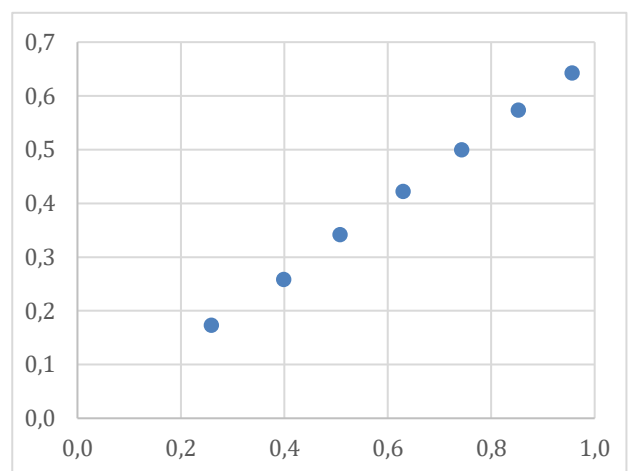
$n_{2,1}=1,4919$



és műanyag→levegő esetben

Beesési szög [°]	Törési szög [°]	sin α	sin β	$n_{1,2}$
0	0	0,1736	0,2588	0,6709
10	15	0,2588	0,3987	0,6491
15	23,5	0,3420	0,5075	0,6739
20	30,5	0,4226	0,6293	0,6715
25	39	0,5000	0,7431	0,6728
30	48	0,5736	0,8526	0,6727
35	58,5	0,6428	0,9563	0,6722
40	73			

$n_{1,2}=0,6723$



Hibalehetőségek

Leolvasási hiba a Hartl-korongról: $0,5^\circ$ (Legkisebb osztásköz 1°)

Kiértékelés

A beesési szögek szinuszeit a törési szögek szinuszainak függvényében ábrázolva megkapjuk azt az egyenest, melynek meredeksége megadja a törésmutatókat. A számítások helyességét ellenőrizendő összeszorozzuk a két, melyek mivel egymás reciprokaik kell, hogy legyenek, közel 1-et adnak ki. $n_{2,1} \cdot n_{1,2} = 1,4919 \cdot 0,6723 = 1,00302$
A határszöget pedig egyszerűen a levegő műanyagra vett törésmutatójának az arcus-szinusából számítom, mert a fenti képletben szereplő törési szög szinusza 90° -esetén 1. Tehát $\arcsin 0,6723 = 42,24^\circ$ ami alig tért el a mért 42° -os értéktől.

Közeghatáron történő visszaverődés vizsgálata 60° -os prizmával

Mérés célja:

A korábban (a levegő műanyagra vonatkoztatott törésmutatója segítségével) kiszámított határszög felhasználásával igazolom a Snellius-Descartes törvény visszaverődésre vonatkozó részét.

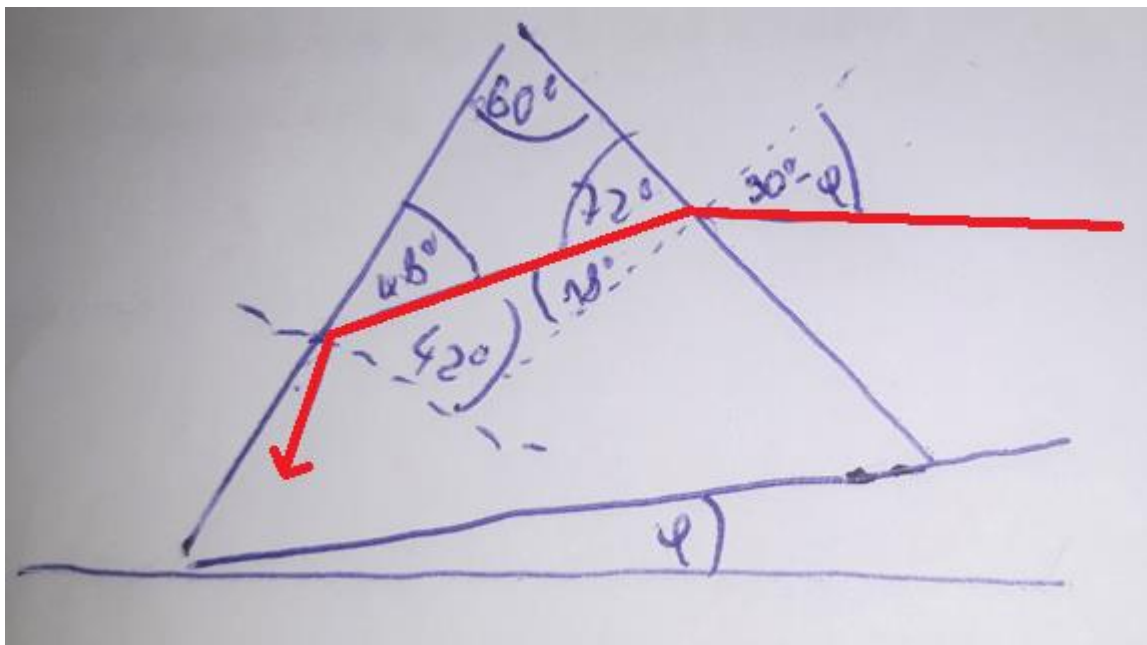
Mérési eszközök

Optikai pad, Hartli-korong, 60° -os prizma, soksugaras fényforrás

Mérés menete:

A Hartli-korongra fektetett prizma egyik oldalára merőlegesen rábocsájtjuk a fénysugarakat, majd elforgatjuk annyira, hogy már ne lépjenek ki belőle a másik oldalon. Ekkor a szögmérő által mutatott szögérték elméleti összefüggésben áll a határszöggel, tehát a törvény a méréseinkkel ellenőrizhető.

Mért érték: 3°



Kiértékelés:

Az ábrán látható módon haladó fénysugárnak ismert a visszaverődéshez tartozó beesési szöge (határszöge). Ebből az ismert geometriai összefüggések segítségével vissza lehet számolni egészen az első beesési szögig, ami nem más, mint $30^\circ - \varphi$ ahol φ az elforgatás szöge. A műanyag lépési pontnál tehát: $n_{2,1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin 30^\circ - \varphi}{\sin 18^\circ}$
 $\varphi = 30^\circ - \arcsin(n_{2,1} \cdot \sin 18^\circ) = 2,44^\circ$, ami közelítőleg egyezik is az általam mért 3° -al.

GEOMETRIAI OPTIKA II.

Gyűjtőlencse fókusztávolsága

Mérés célja:

Gyűjtőlencse fókusztávolságának meghatározása a leképezési törvénnyel ($\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t}$).

Mérési eszközök:

1 m-es skálázott optikai pad sínnel, a tárgyat kivetítő fényforrás, gyűjtőlencse, ernyő

Mérés menete:

A fényforrást a tárggyal, ill. az ernyőt először a sín két végére helyezzük, majd 10cm-ként csökkentjük köztük a távolságot. Eközben minden egyes alkalommal megkeressük azt a 2 pontot a tárgy és az ernyő közt a lencse számára, ami éles képet eredményez.

Mért és számított adatok, ill. a grafikon:

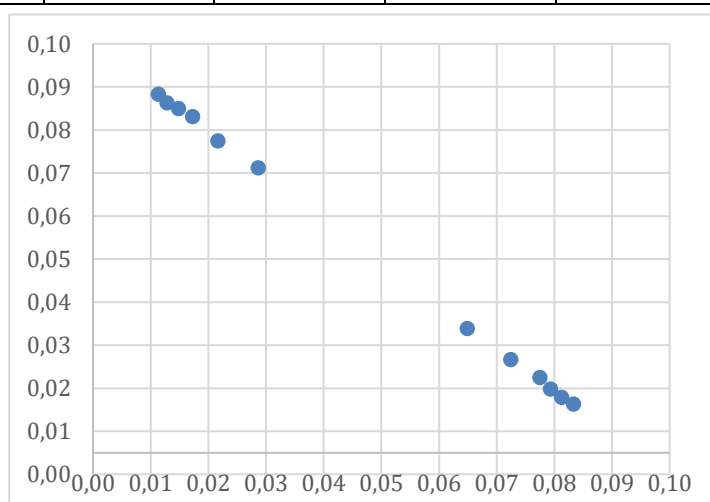
d [cm]	k1 [cm]	t1 [cm]	k2 [cm]	t2 [cm]
100	12,0	88,0	88,0	12,0
90	12,3	77,7	77,7	12,3
80	12,5	67,5	67,4	12,6
70	12,8	57,8	57,1	12,9
60	13,8	46,2	46,1	13,8
50	15,1	34,9	34,6	15,4

$1/k_1$	$1/t_1$	$1/k_2$	$1/t_2$	N_1	N_2
0,0833	0,0114	0,0114	0,0833	0,1364	7,3333
0,0813	0,0129	0,0129	0,0813	0,1583	6,3171
0,0800	0,0148	0,0148	0,0794	0,1852	5,3492
0,0781	0,0173	0,0175	0,0775	0,2215	4,4264
0,0725	0,0216	0,0217	0,0725	0,2987	3,3406
Kiértékelés:	0,0662	0,0287	0,0289	0,0649	2,2468

A kiszámolt $\frac{1}{k_1}$ és $\frac{1}{t_1}$ értékeket ábrázolva mind az x, mind az y tengelymetszetek $\frac{1}{f}$ -t fogják megadni. Az így kapott y-tengelymetszet 0,0947 melyből reciprokvonással $f=10,56cm$, és az x-tengelymetszet 0,0943 és $f=10,61cm$

Hibalehetőségek:

kép élességének megítélése
szubjektív, sín skálájának
legkisebb osztásköze: 1mm (a
hiba: 0,5mm)



Szórólencse fókusztávolságának vizsgálata

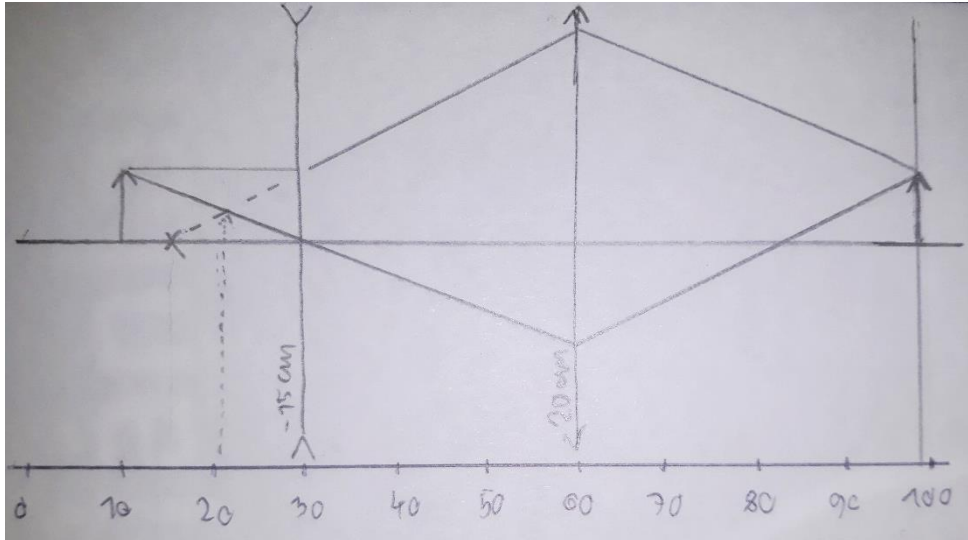
Mérés célja: a szórólencse által képzett virtuális kép helyének megállapítása

Mérési eszközök:

1m-es skálázott optikai pad, a tárgyat kivetítő fényforrás, gyűjtő-, szórólencse, ernyő

Mérés menete:

A fényforrás által a tárgyról vetített képet a szórólencsére irányozzuk, majd egy gyűjtőlencsén át egy ernyőre irányozzuk. Ez lehetővé teszi, hogy a szórólencse által képzett virtuális kép helyzetére következtessünk, mert az így a gyűjtőlencse által az ernyőre kivetített képnek mintegy tárgyaül szolgál (ld. az alábbi ábrát).



Miután az ernyőt ebben az összeállításban a domború lencse fókusz távolságának megfelelően éles képet adó helyre pozicionáltuk, elveszük a homorú lencsét, de az ernyőt és a másik lencsét a helyén hagyjuk. Ekkor, az előbbi beállítás mellett, azon a helyen, ahova téve a lámpa és a tárgy éles képet ad, kellett lennie az előbb a szórólencse által adott virtuális képnek. Ekkor a virtuális képtávolságot a szórólencse helyéből a virtuális kép (vagyis a fényforrás új) helyét kivonva meghatározhatjuk:

Mért és számított adatok:	[cm]
Szórólencse helye:	30,0
Fényforrás/tárgy helye:	10,0
Gyűjtőlencse helye:	60,0
Ernyő helye:	98,2
Fényforrás új helye:	21,0
Virtuális képtávolság:	9,0

FIZIKAI OPTIKA

Fényelhajlás vizsgálata résen keresztül:

Mérés célja:

Igazolni, hogy a monokromatikus fény réseken áthaladva a hullámtermészetéből fakadó interferenciája által elhajlik. Ehhez az $a = \frac{n \cdot \lambda \cdot D}{y}$ összefüggést használjuk fel, ahol a a réstávolság (számított értéke), n az elhajlási rendek száma, λ az alkalmazott fény hullámhossza és y az n -edik elhajlási minimum és a középpont közti táv. Mivel a fény hullámhossza és a rés nagysága, mint a kísérleti segédeszközök gyári paraméterei ismertek, a D ernyőtávolság mint L , a vizsgált elhajlási rendekhez ($n=1$ és 2) tartozó y_1 és y_2 értékek kétszeresei pedig mint m_1 és m_2 mért adatokként mind rendelkezésünkre állnak, az elméleti háttér ill. méréseink helyessége ellenőrizhető.

Mérési eszközök:

Optikai pad, monokromatikus lézer, réseket tartalmazó lemez, ernyő, vonalzó

Megadott illetve mért adatok:

r [mm]	m ₁ [cm]	Δm ₁ [cm]	m ₂ [cm]	Δm ₂ [cm]	Ernyőtávolság és hullámhossz	
0,04	4,2	0,05	8,2	0,05	D [cm]	110
0,08	1,9	0,05	3,8	0,05	ΔD [cm]	0,05
0,16	0,9	0,05	1,8	0,05	λ [nm]	670

Hibalehetőségek:

Mind a vonalzó, mind az optikai pad skálájának legkisebb egysége a milliméter volt, tehát a leolvasási hiba 0,05 cm. Egyéb, emberi hibatényezők: diffrakciós minimumhely közepének rossz megállapítása, kép élességének szubjektív mivolta.

Hibaterjedés: résméret bizonytalansága a mért értékek hibájából: $\Delta a_i = \frac{\Delta m_i}{m_i} + \frac{\Delta D}{D}$

Számított adatok és hibaterjedés:

r [mm]	n	m [cm]	y[cm]	a[mm]	Δm _i /m _i	ΔD/D	Δa _i
0,04	1	4,2	2,1	0,0351	0,01190	4,545·10 ⁻⁴	0,01236
	2	8,2	4,2	0,0351	0,00610	4,545·10 ⁻⁴	0,00655
0,08	1	1,9	0,95	0,0776	0,02632	4,545·10 ⁻⁴	0,02677
	2	3,8	1,9	0,0776	0,01316	4,545·10 ⁻⁴	0,01361
0,16	1	0,9	0,45	0,1637	0,05556	4,545·10 ⁻⁴	0,05601
	2	1,8	0,9	0,1637	0,02778	4,545·10 ⁻⁴	0,02823

Kiértékelés, diszkusszió

Összegésképpen elmondható, hogy bár a résméretre vonatkozó, mérésekből számított értékeim meglehetősen pontatlanok, és a bizonytalanság mértéke a résméret növekedtével együtt emelkedő tendenciát mutat. Ennek oka, hogy a diffrakció mértéke és ezáltal a kioltási minimumok közti táv a résmérettel fordítottan arányos. Mindazonáltal egy nagyságrendbe esnek és azon belül is rendre megközelítik a megadott gyári értékeket, tehát a fenti összefüggés igazoltnak vehető.

Négyzet, kör, ill. hatszög alakú rés diffrakciós képei (ebben a sorrendben):

