

Michelson-interferométer kísérletek

HOGYAN KELLETT VOLNA

Dr. Borbély Venczel

Technoorg Linda Kft.

Paks, 2025. április 27.

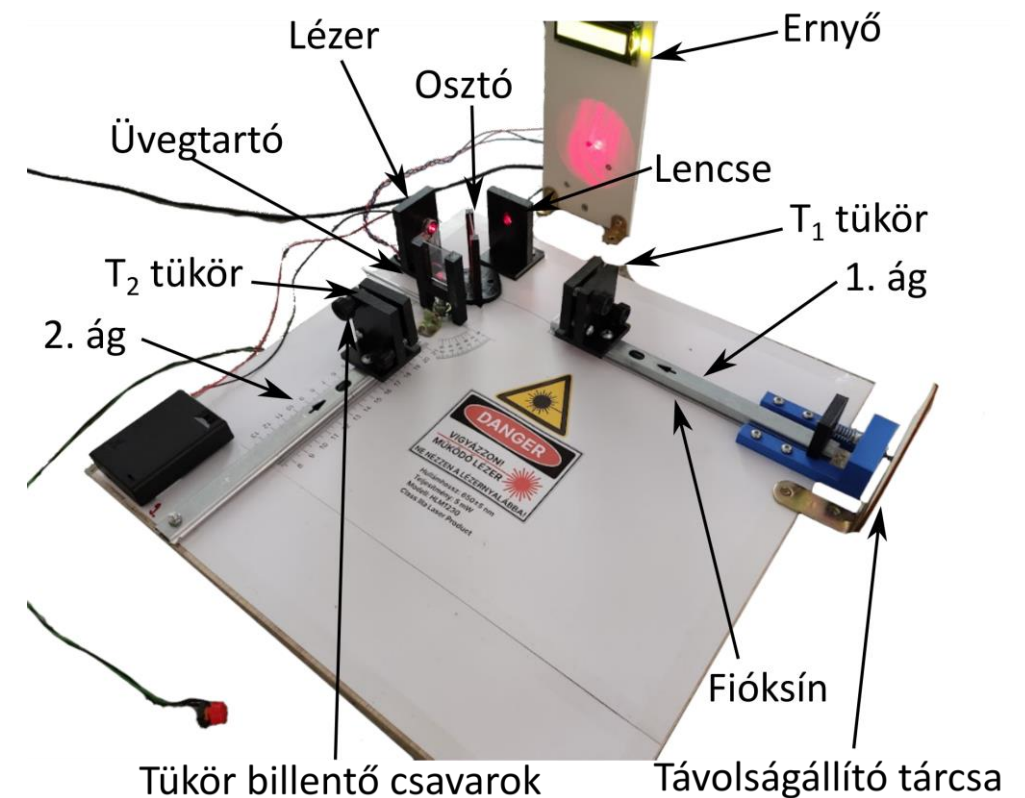
Mérés célja és eszközei

Cél:

- Michelson-interferométer megismerése különböző kísérletek és mérések segítségével

Eszközök:

- „fapados” Michelson-interferométer
 - 650 ± 5 nm-es lézer
 - fióksíneken elmozdítható dönthető tükrök
 - üveglap elfordítható tartóban
 - ($t=1$ mm, $n=1,523$, potenciométeres szögmérés)
- Arduinoval vezérelt okos ernyő:
 - fénymérő (környezeti szórt fény befolyásolhatja megbízhatóságát)
 - előnyben a szemmel való leolvasás
 - nullázó nyomógomb
 - kijelző



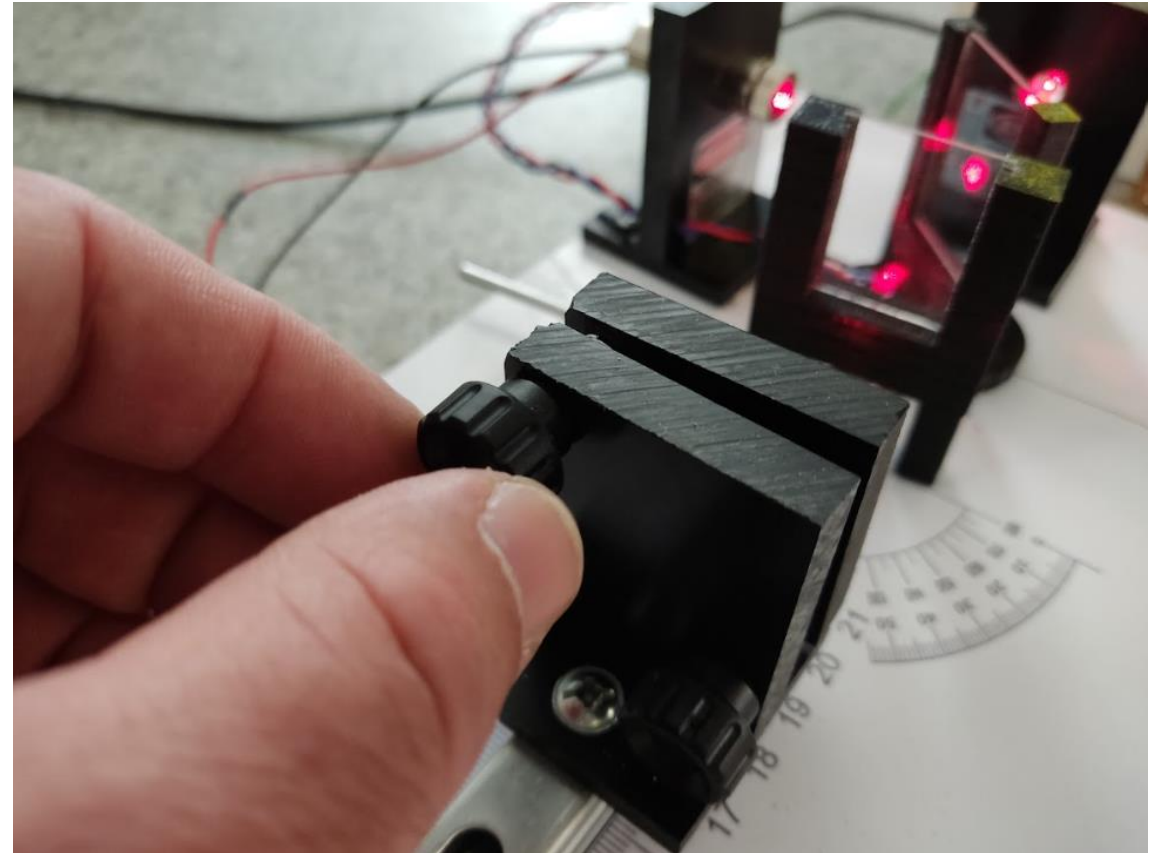
Mérés menete

1. Ismerjük meg az interferométert!

a. *Tükrök döntögetése:*

- sűrűsödik/ritkul, elfordul a csíkrendszer
- 3-5 csíkot célszerű beállítani

1 p



Mérés menete

1. Ismerjük meg az interferométert!

b. Interferométer megnyomása:

- **óvatos:** 2-3 csík elmozdulás
 - hibához tartozó felső határ:
 $u_N = 5 \text{ db csík}$
 - hozzá tartozó deformáció $0,65\text{-}0,98 \text{ }\mu\text{m}$
- **erőteljes:** 20-30 csík elmozdulás
 - hibához tartozó felső határ:
 $u_N = 40 \text{ db csík}$
 - hozzá tartozó deformáció $6,5\text{-}9,8 \text{ }\mu\text{m}$

1+1+2 p



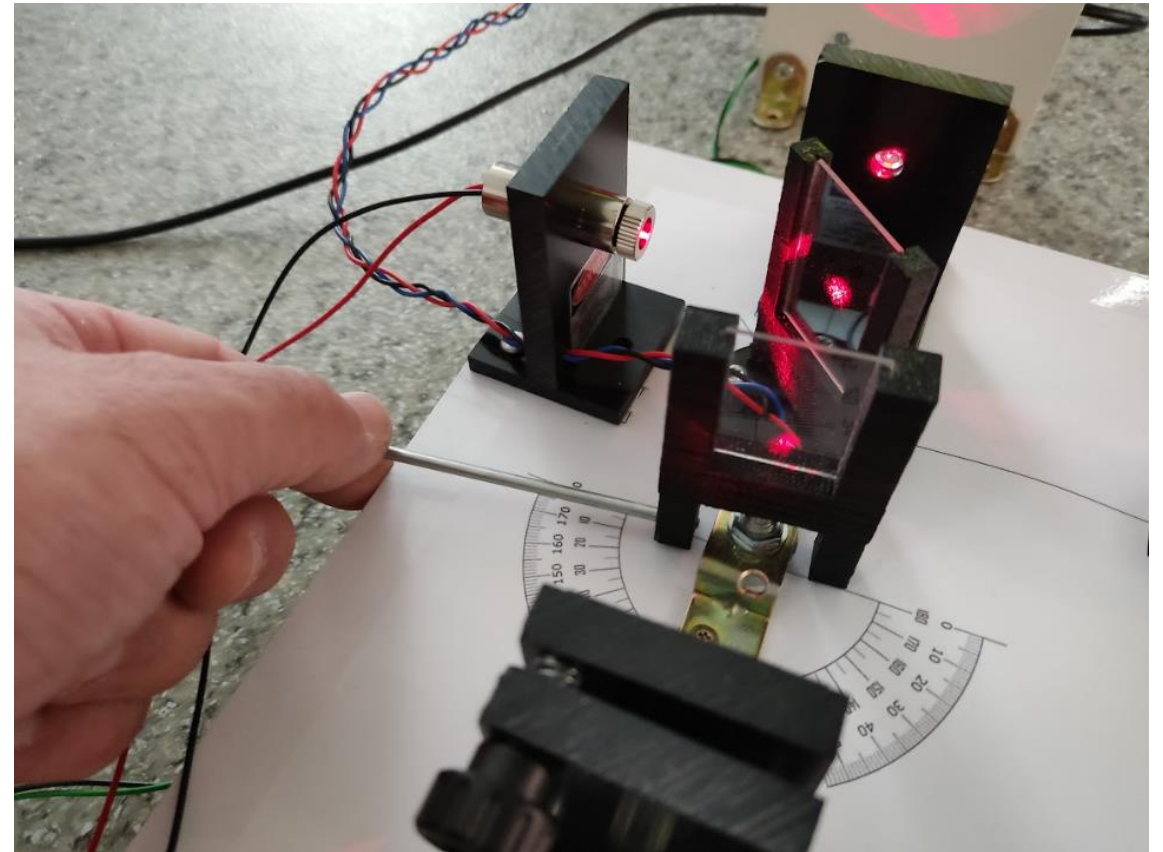
Mérés menete

1. Ismerjük meg az interferométert!

c. Üveglap elforgatása:

- elmozdul a csíkrendszer
- nyalábra merőlegesen (0° -os állás) található az a helyzet, ahol kicsi elforgatásra nincs hatás
- nagyobb elforgatásra a csíkok elmozdulásának iránya megváltozik

1 p

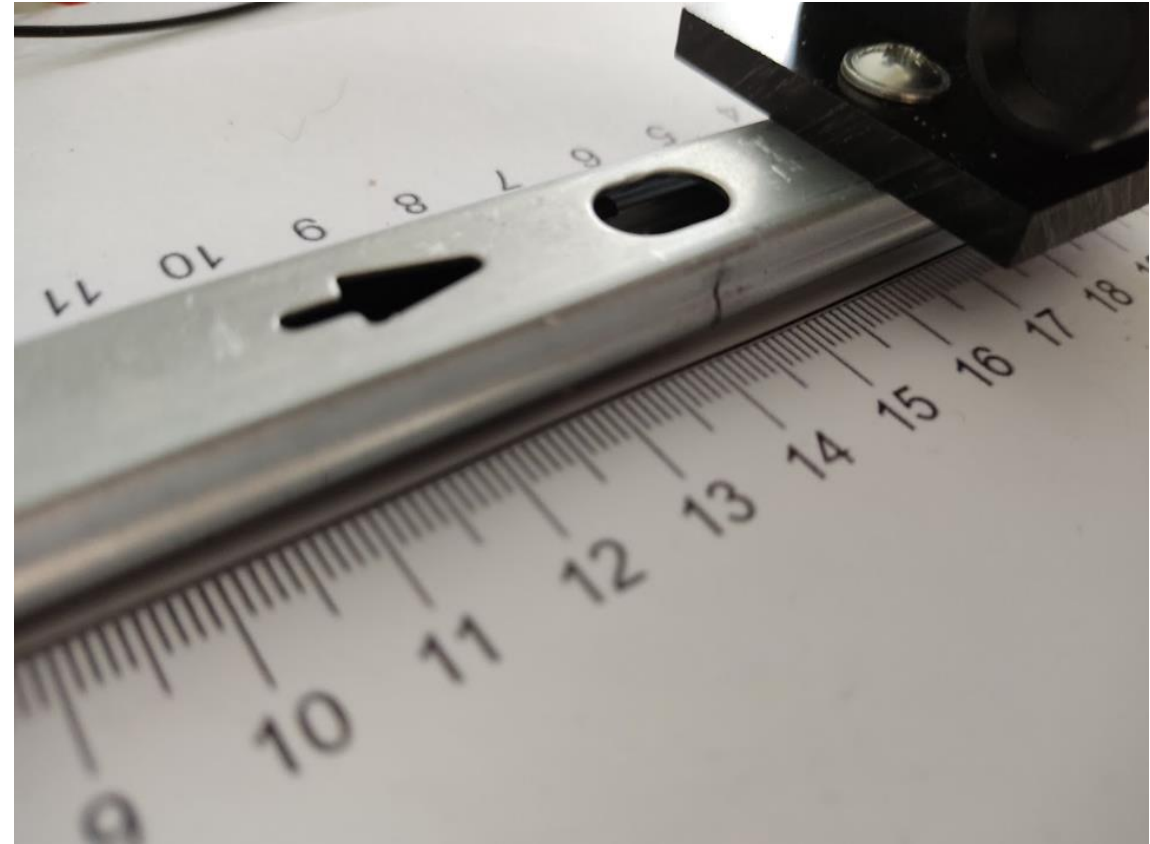


Mérés menete

1. Ismerjük meg az interferométert!

- d. T_2 -es tükör elmozdítása előre hátra néhány mm-t:*
- csíkrendszer láthatósága romlik mindkét irányba

1 p



Mérés menete

1. Ismerjük meg az interferométert!

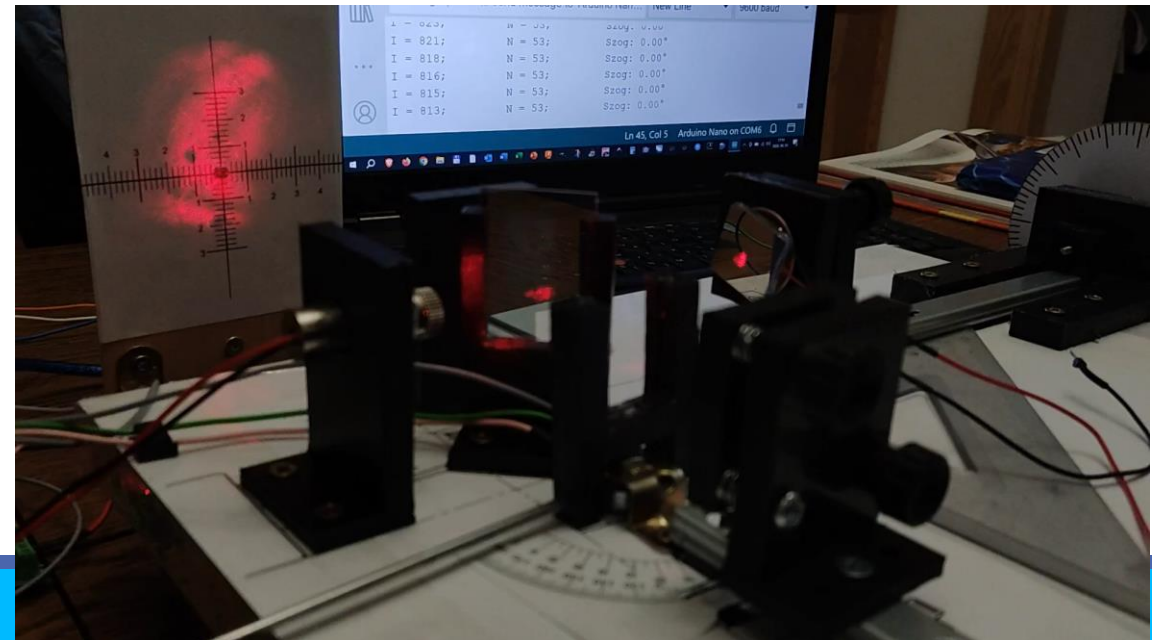
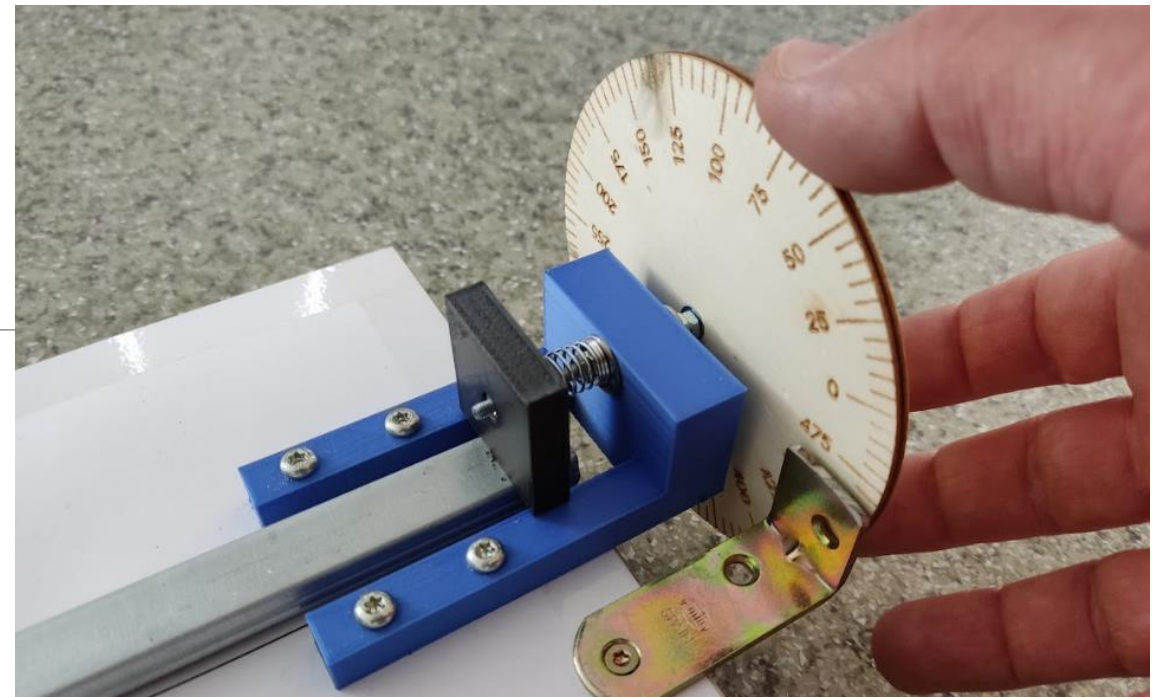
e. *Finom mozgató tárcsa elforgatása:*

- nagyon érzékeny a csíkrendszer, nagyon remeg, körülményes az csíkok számolása, szinte lehetetlen
- a relatív bizonytalanság, ha 20 csíkot szeretnénk leolvasni:

$$\frac{u_{d_t}}{d_t} = \left| \frac{u_N}{N} \right| + \left| \frac{u_\lambda}{\lambda} \right| = \left| \frac{5}{20} \right| \cdot 2 + \left| \frac{5 \text{ nm}}{650 \text{ nm}} \right| = 0,51$$

- a $\cdot 2$ azért kell, mert az 5 csík bizonytalanság a számolás kezdetéhez és a végéhez is hozzárendeledő

$$1+2+1 \text{ p}$$



Mérés menete

2. Határozzuk meg az üveg törésmutatóját!

- *üveglap elforgatása és 8-12 csík leszámolása:*

- képlet: $2+2+2 p$

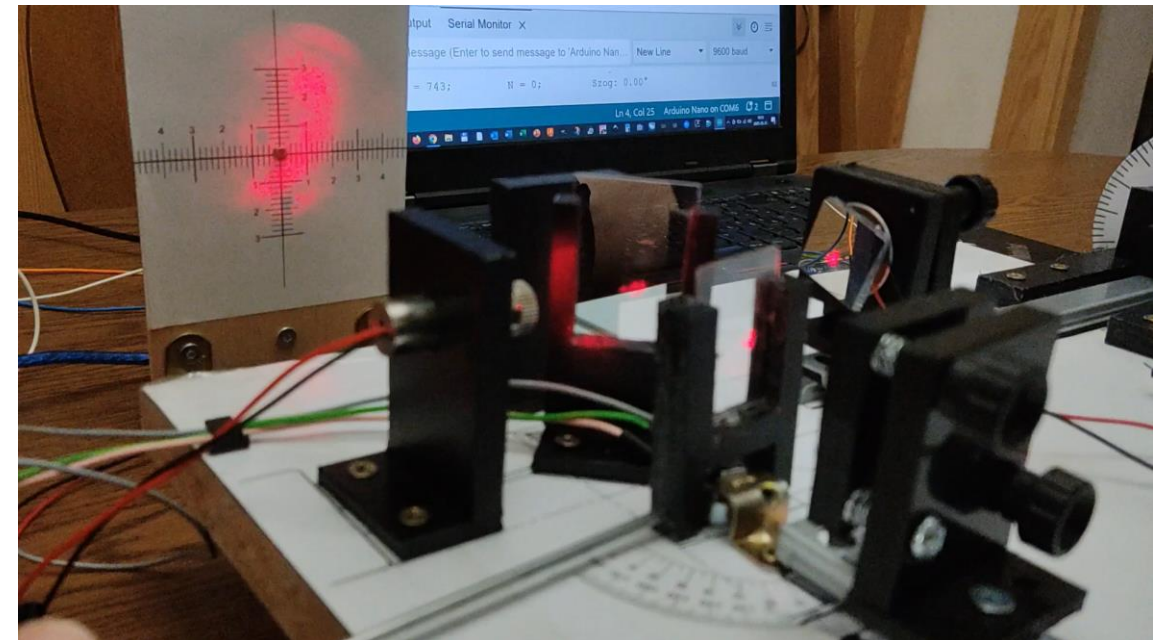
$$n = \frac{(2t - N\lambda)(1 - \cos \theta)}{2t(1 - \cos \theta) - N\lambda},$$

- n - törésmutató, t - üveg vastagsága,
 N - csíkok száma, λ - hullámhossz,
 θ - elfordulás szöge

Saját mérésünk eredménye:

- $n_{\text{átl}} = 1,29$
- kétszeres szórás: 0,058
- várt eredmény: $n = 1,29 \pm 0,058$
- gyári adat: 1,523
 - mérési bizonytalanságon kívül esik
 - más bizonytalansági források is léteznek

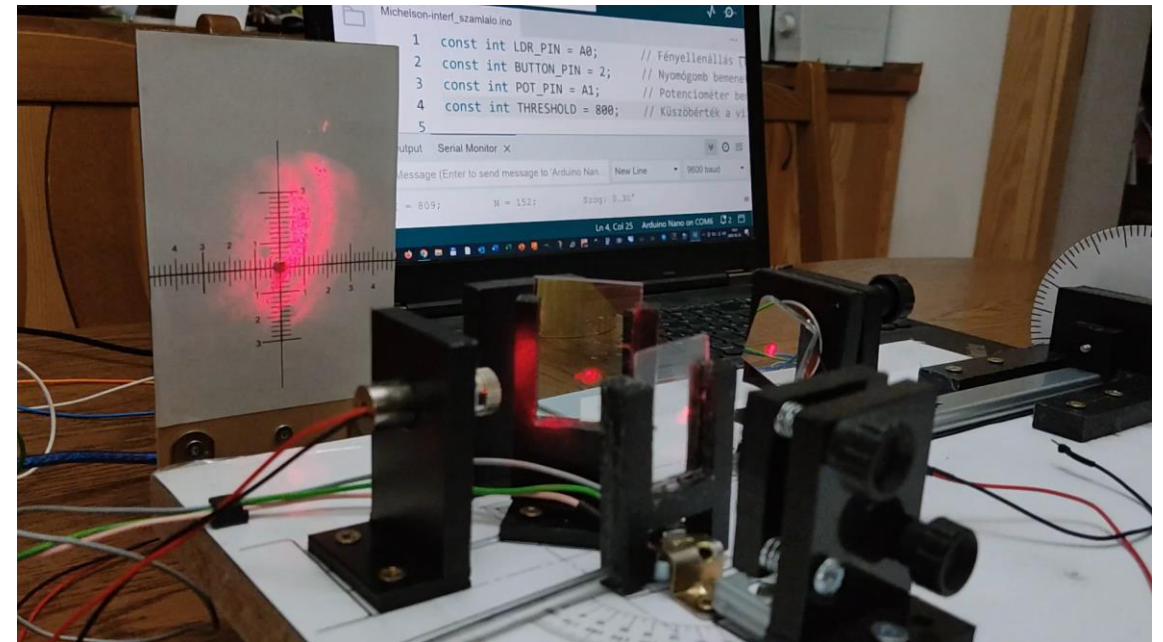
N	θ [°]	n	$n_{\text{átl}}$	$2 \times \sigma$
10	9,3	1,31	1,29	0,058
10	9,6	1,29		
10	10,3	1,24		
11	10,1	1,28		
11	9,8	1,31		



Mérés menete

3. Becsüljük meg a lézer koherenciahosszát!

- T2-es tükör mozgatása előre-hátra
 - mindkét irány kell (ha nem megy akkor egyik irány duplázni érdemes) 1 p
- a csíkrendszer láthatósága romlik, újra megjavulhat (tökéletlen monokromatikusság), de már nem olyan jó a láthatósága 1 p
- 5 mm-től 1-2 cm is lehet a koherenciahossz 1 p



Mérés menete

4. Mérési jegyzőkönyv készítése

- érthetőség, áttekinthetőség, követhetőség 1 p
- van bevezetés, mérés leírás , esetleg lezárás 1 p
- mérési adatok és eredmények megjelenítése 1 p
- következtetés levonás, összegző értékelés, megjegyzések 2 p

Összegzés

- **nem könnyű** a mérés a Michelson-interferométerrel, mert nagyon érzékeny, **de nem lehetetlen**
 - a „fapados” változatnak vannak „gyerekbetegségei”

Részünkről:

- az ernyő okosítás csak részben segítette a mérést, aktív Arduino IDE kapcsolattal javítható
- a mérési leírás egy-két helyen lehetett félreérthető (többen szerkesztettük)

Versenyzők részéről:

- az elméleti rész gondos elolvasása elkerülhetetlen!!!
 - összekeverednek fogalmak, például:
 - adott ponthoz képest elmozduló csíkok száma $\neq$ aktuálisan megjelenő csíkok száma
 - óvatosan, nagyon picit forgassuk, mozgassuk $\neq$ megtekerjük legalább 1/4 fordulatnyit
- mérési jegyzőkönyv írása $\neq$ leírok valamit a mérésből

Összegzés

Versenyzők részéről:

- sokan ráéreztek a feladat lényegére
- született számos szép mérési jegyzőkönyv
- születtek nagyon jó következtetések, érvelések
- láthattunk több jól felépített és végigvezetett gondolatmenetet

Pontszámok

➤ Senior

- max.: 24
- átlag: 14,55
- szórás: 3,97

➤ Junior

- max.: 19
- átlag: 12,4
- szórás: 3,37

Köszönetnyilvánítás

- Jóistennek
 - mindenért
- Seres Ildikónak, a Quattroplast Kft. munkatársának
 - ingyenesen biztosított PVC alapanyagokat
- Rajos Tibornak,
 - ingyenesen szerzett „hulladék” fa alaplapokat, segítségképpen elvégezte a PVC anyagok darabolását
- Borbély Máriának, feleségemnek
 - alkatrészek összerakása, előkészítése, türelem
- Boda Antalnak, Ujvári Sándornak
 - 3D nyomtatás, kísérletek előkészítése
- Gulyás Attilának (Energiatudományi Kutatóközpont)
 - kísérleti útmutató alakítása, kísérletek felügyelete
- Csapó Jánosnak és Manzinger Józsefnek
 - kísérleti háttér előkészítése, koordinálása, felügyelet

Köszönöm a figyelmet!
