

# MODERN FIZIKA LABORATÓRIUM

## 17. MÉRÉS

MÉRÉS IDŐPONTJA: 2018.03.05. HÉTFŐ DÉLUTÁN

---

# Folyadékkristályok

---

*Mérést végezte*

ASZTALOS BOGDÁN TIMÓT

KÁNTOR MÁRK BÁLINT

SOMOGYFOKI RÉKA

(FIZIKA BSC)

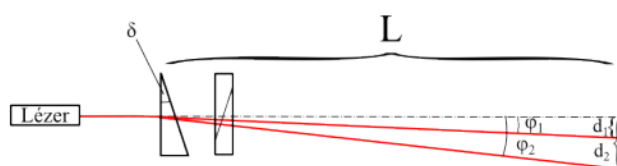
## 1. Bevezetés:

A mérés során a folyadékkristályokat és a belőlük készült kijelzőket vizsgáltuk. A folyadékkristályok olyan anyagok, melyek megnyúlt alakú szerves molekulákból álló kristályok megolvadásakor keletkeznek. Naponta használunk olyan eszközöket, amelyekben folyadékkristály kijelző (liquid crystal display, LCD) található, pl. TV, laptop, karóra, számológép, stb. Sikerességük annak köszönhető, hogy jelentős előnyöket nyújtanak a más technológiákkal (pl. katódsugaras csövek, vagy plazmaképernyők) szemben: vékonyabbak, könnyebbek, kevesebb energiát használnak és ma már olcsóbbak is. A mérés során a folyadékkristályok, illetve a folyadékkristály kijelzők alapvető tulajdonságaival ismerkedünk meg. Mechanikai tulajdonságaik a folyadékokra jellemzőek, de optikai és más fizikai tulajdonságaik a kristályokéhoz hasonló anizotrópiát mutatnak. A mérés első felében a folyadékkristály fázisátalakulása közben a törésmutatót vizsgáltuk, míg a második egységben a csavart nematikus kijelző áteresztőképességét határoztuk meg.

## 2. Mérőeszközök:

- folyadékkristály minta (4.27°, 5CB)
- milliméter papír
- oszcilloszkóp
- mérőszalag
- lézer
- tükör
- lencse
- mérőszalag
- függvénygenerátor

## 3. Mérés leírása:



3.1. ábra. A mérési elrendezés

Két típusú folyadékkristállyal végeztünk méréseket: csavart nematikus és ferroelektromos cellákkal. Vizsgáltuk a törésmutató változását a hőmérséklet függvényében, illetve a a kijelzők válaszait különböző időbeni lefutású elektromos gerjesztésekre.

### 3.1. Törésmutató hőmérsékletfüggésének vizsgálata

A hőmérséklet függvényében vizsgáltuk a folyadékkristályok kettőstörő tulajdonságát, ami azt jelenti, hogy bennük a másodlagos sugár interferál az eredeti fénysugárral, és így egy megtört sugár keletkezik. Két közeg határán az eredeti és a másodlagos sugár a különböző fázissebességek miatt különböző irányokba terjednek tovább. A 3.1. ábra mérési elrendezésén látható módon az optikai padra rögzített lézer útjába egy prizma alakú, folyadékkristályt tartalmazó mintát és azon keresztül egy polárszűrőt helyeztünk. A mérhető eltérülés létrehozása érdekében a fénysugart egy tükör segítségével meghosszabbítottuk, így a megjelenő két fénypont mozgását a hőmérséklet változásának függvényében a falon lévő milliméterpapíron tudtuk megfigyelni.

### 3.2. Fényáteresztés-mérés

A mérés folyamán lézerefényt bocsátottunk egy polarizátoron keresztül a folyadékkristályra, majd azon át egy analizátorra, amely az első polárszűrőre merőleges állású polárszűrő. A folyadékkristályt a hullámgenerátor segítségével szinuszos jelekkel vezéreltük. A mintán átmenő fényintenzitást fotodiódával mértük. A generátor és a dióda jelét oszcilloszkóppal vizsgáltuk. Az oszcilloszkóp segítségével felvettük a feszültség karakterisztikáját 100 Hz-es szinuszos jel mellett, valamint meghatároztuk, hogy mekkora feszültségen célszerű működtetni a kijelzőt.

## 4. Mért adatok:

### 4.1. Törésmutató hőmérsékletfüggésének vizsgálata

$T$ [°C]	$s_{felso}$ [cm]	$s_{also}$ [cm]	$\alpha_{felso}$	$\alpha_{also}$	$n_1$	$n_2$
10,1	14,0	10,0	0,0376	0,0268	1,502	1,359
15,5	14,8	10,0	0,0397	0,0268	1,530	1,359
20,0	13,6	10,0	0,0365	0,0268	1,487	1,359
25,1	13,4	10,1	0,0359	0,0271	1,480	1,362
30,0	13,1	10,1	0,0351	0,0271	1,469	1,362
31,1	13,0	10,2	0,0349	0,0271	1,466	1,366
32,0	12,8	10,3	0,0343	0,0276	1,459	1,369
33,0	12,7	10,4	0,0341	0,0279	1,455	1,373
34,1	12,6	10,4	0,0338	0,0279	1,452	1,373
35,0	11,9	10,5	0,0319	0,0282	1,427	1,376
35,4	11,4	11,0	0,0306	0,0295	1,409	1,394
35,6	11,0	11,0	0,0295	0,0295	1,394	1,394
40,0	11,0	11,0	0,0295	0,0295	1,394	1,394

**4.1. táblázat.** A fényfolt függőleges pozíciója a milliméterpapíron a hőmérséklet függvényében, és az ebből számolt adatok

### 4.2. Fényáteresztés-mérés

$U_{be}$ [V]	4,36	5,00	5,48	6,00	6,48	7,00	7,48	8,00	8,48	8,96	9,50	10,0
$U_{ki}$ [mV]	49,2	214	416	600	752	848	936	960	944	912	864	784
kontrasztarány [%]	5,13	22,3	43,3	62,5	78,3	88,3	97,5	100	98,3	95,0	90,0	81,7

**4.2. táblázat.** A fotodiódán mért feszültség a folyadékkristályra kapcsolt feszültség függvényében

## 5. Kiértékelés:

### 5.1. A törésmutató hőmérsékletfüggésének vizsgálata

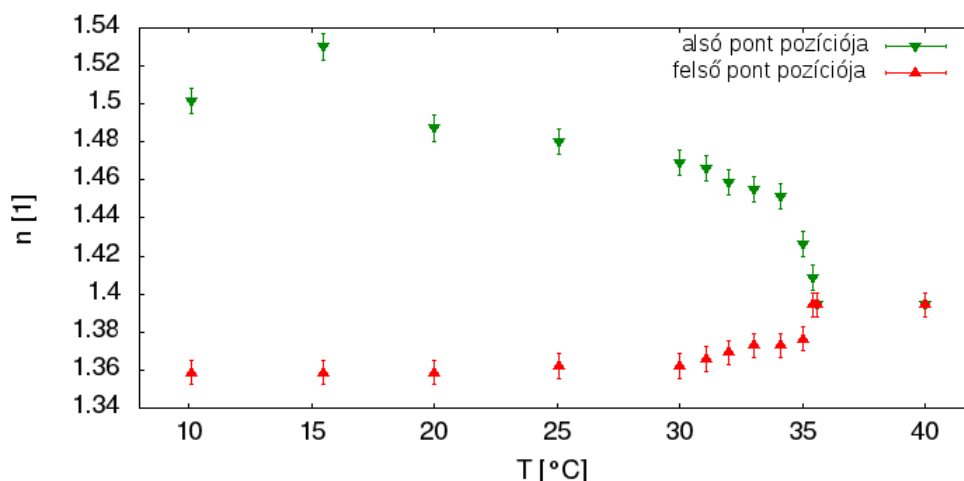
A mérés során a kettőtörés során keletkezett két fényfolt helyzetét mértük, az eredményeket a 4.1. táblázat tartalmazza. A fénysugarak a kiindulóponttól megtett útja  $L = 518,8 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$  volt, a milliméterpapíron való függőleges  $s$  elmozdulásuk pedig ehhez képest kicsi. Ez alapján, a szögeltérülésük számolható az alábbi módon:  $\alpha \approx \frac{s}{L}$ , aminek hibája  $\delta\alpha = \delta s + \delta L$ . A fényfolt helyzetének meghatározásának hibája  $\Delta s = 1,5 \text{ mm}$  volt. A  $\varphi = 4,27^\circ$  törőszögű prizma törésmutatója a fénytörés törvényei alapján a mért értékekből kiszámolható:  $n = \frac{\sin(\alpha+\varphi)}{\sin\varphi} \approx 1 + \frac{\alpha}{\sin\varphi}$ . Az örökölt hiba:  $\delta n = \delta\alpha = \delta s + \delta L$ .

A mérési eredményből kiszámolt  $\alpha$  és  $n$  értékeket a két sugárra szintén a 4.1. táblázat tartalmazza, az 5.1. táblázat pedig a törésmutató hőmérsékletfüggését ábrázolja a mért hibákkal együtt.

### 5.2. Fényáteresztés-mérés

A mérésben a lézer intenzitását érzékelő fotodióda feszültségét mérjük (ami arányos az érzékelt intenzitással). A mért értékek megtalálhatók a 4.2. táblázatban. A diódán mért feszültségeket átszámoltuk úgynevezett

## Törésmutató a hőmérséklet függvényében



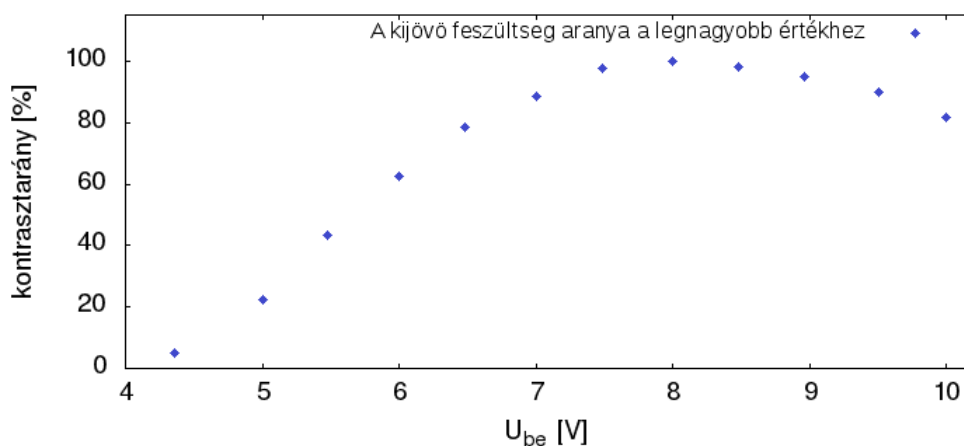
5.1. ábra. A törésmutatók a folyadékkristály hőmérsékletének függvényében

„kontrasztarányá” is, ami az egyes mért feszültségértékek aránya a legnagyobb mért feszültséghez. A kontrasztarányt a folyadékkristályos kijelzőre kapcsolt feszültség függvényében az 5.2. ábra ábrázolja.

Mint látható, a fotodiódán mért feszültség egészen alacsony értékről indulva elér egy maximumot, majd mégtovább növelve a kijelzőre adott feszültséget, újra csökken. Így tehát a legnagyobb különbség a fény áteresztésében úgy érhető el, hogy a kijelzőre körül-belül 8 V feszültséget kapcsolunk, itt a legideálisabb a kijelző működése. Ezután az oszcilloszkóp segítségével kiszámoltuk a kijelző  $\tau_1$  időállandóját, azaz azt az időt, ami ahhoz szükséges, hogy a válaszjel exponenciális feljutása elérje az amplitúdó 63%-át. Ez  $\tau_1 = 6.7$  ms-nak adódott. Ez alapján a kijelző  $f_1 = \frac{1}{\tau_1} = 149.3$  Hz-es, ami nagyjából a bemeneti frekvencia megduplázása.

A második kijelzőt vizsgálva megfigyelhető volt, hogy négyszögeli a bemeneti jelet. Ennek időállandója  $\tau_2 = 0.584$  ms volt, ami alapján a frekvencia  $f_2 = \frac{1}{\tau_2} = 1.7$  kHz-nek adódott.

## Kontrasztarány a feszültség függvényében



5.2. ábra. Kontrasztarány relatív változása a bemenő feszültség függvényében

## 6. Diskusszió:

A mérés első részében, a törésmutató hőmérsékletfüggésének vizsgálatakor a legnagyobb befolyásoló tényező, illetve hibaforrás a leolvasás hibája volt. Ezen kívül a mérés bizonytalanságához hozzájárult a fény úthosszának meghatározása, valamint a hőmérsékletmérő műszer állandó leállása is. A mérés mindezek mellett sikeresnek mondható, hiszen a kiértékelési ábrán jól látszik, hogy a hőmérséklet növekedtével a két sugárhoz tartozó törésmutató értéke közeledik egymáshoz, és 35,5 °C körül a folyadékkristály elveszti a kettőtstörő jellegét, a

két fénysugár egyesül.

A mérés második felében, a fényáteresztő-képesség vizsgálatakor meghatároztuk a kijelzők sebességét jellemző frekvencia-értékeket, amelyek alapján az első mintáé túl alacsony lett a televíziókhoz képest. A második vizsgált kijelző sem lenne jó televíziónak, a nagy frekvencia és a teljes áteresztésre, illetve elzárásra való képesség miatt inkább 3D szemüveg-készítéshez ideális.