

## Modern Fizika Labor

Fizika BSc

A mérés dátuma: <b>2011. okt. 11.</b>	A mérés száma és címe:  <b>17. Folyadékkristályok</b>	Értékelés:
A beadás dátuma: <b>2011. okt. 23.</b>	A mérést végezte:  <b>Domokos Zoltán</b>  <b>Szőke Kálmán Benjamin</b>	

# 1. Bevezetés

## 1.1. A mérés célja

A mérés célja a folyadékkristályok elektrooptikai tulajdonságaik meghatározása. Feladatunk meghatározni a kapott minta törésmutatóját fázisátalakulás közben. A mérés második részében pedig a csavart nematikus cella feszültség-intenzitás karakterisztikáját határoztuk meg, és még az áteresztőképességét mértük az idő függvényében az előbbi és a ferroelektromos kijelző esetén.

## 1.2. A folyadékkristályok rövid jellemzése

Az ilyen halmazállapotot egy különleges halmazállapotnak tartjuk, mert az ilyen anyagok mechanikai szempontból olyanok mint a folyadékok, az optika jellemzőik pedig inkább kristályokra jellemzőek. Az ilyen anyagok molekulái a folyadékkristályos állapotban rendezetten helyezkednek el irány szerint, de nem alkotnak kristályrácsot. Csoportokba bontahtóak a tömegközéppontjuk rendezettsége szerint. Az egyik típus a Nematikus ( $N$ ) folyadékkristályok, ezeknél a tömegközéppontok elhelyezkedése nem mutat rendeződést, a molekulák elhelyezkedésének iránya eloszlásfüggvénnyel adható meg. A másik a szmektikus ( $S$ ) folyadékkristályok, ezek a molekulák tömegközéppontjai párhuzamos síkokban helyezkednek el, és itt megfigyelhető a rendezettség, és így további alcsoportokra bontahtóak. Az egyik ilyen például a szmektikus C folyadékkristályok ( $S_C^*$ ), ahol csavarszerkezet alakul ki, és ezeknek ferroelektromos tulajdonságaik vannak. A méréseket ilyen folyadékkristályokkal végezzük.

# 2. Kiértékelés

## 2.1. Törésmutató meghatározása

Ebben a mérésben egy nematikus folyadékkristály fázisátalakulását vizsgáltuk. A másodlagos sugár interferál az eredeti fénysugárral, és így egy megtört sugár keletkezik. A másodlagos sugárzás a folyadékkristályok molekuláiban az áthaladó fény elektromos térerősségvektor polarizációja miatt lép fel. Két közeg határán ezek a különböző fázisbességek miatt különböző irányokba terjednek tovább. Ekkor alakul ki a kettőtörés, és

a mérés során ezt a tulajdonságot mértük a hőmérséklet függvényében. A szobahőmérsékleten lévő kettőtörő tulajdonság a melegítés hatására egyre jobban megszűnt.

A folyadékkristály két üveglap között helyezkedett el. Az így kapott prizma a megvilágító lézernyalábot két merőlegesen polarizált sugárnyalábra osztotta. A fénytörés miatt a sugár kettéválva hagyta el a mintát. A két sugár intenzitását polárszűrővel egyenlíthettük ki. Az adott hőmérsékletű értékek törésmutatóinak kiszámításához a  $\varphi_0$  és  $\varphi_e$  eltérésekhez tartozó szögeket határoztuk meg. A mi esetünkben a nagy távolság és a kis mértékű eltérés miatt alkalmazható a  $\varphi = \frac{d}{L}$  közelítés, ezért az eltérített fény útját ( $L$ ) határoztuk meg, valamint a milliméterpapíron az eltérés mértékét ( $d$ ). Itt a referenciapont az eltérítetlen nyaláb helye volt. A közelítést alkalmazva, a törésmutatót az alábbi egyenletből számoltuk ki, ahol  $\alpha$  a prizma törőszöge volt.

$$n = \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\sin\alpha} \approx \frac{\alpha + \varphi}{\alpha}$$

$$L = 5265 \pm 50 \text{ mm}$$

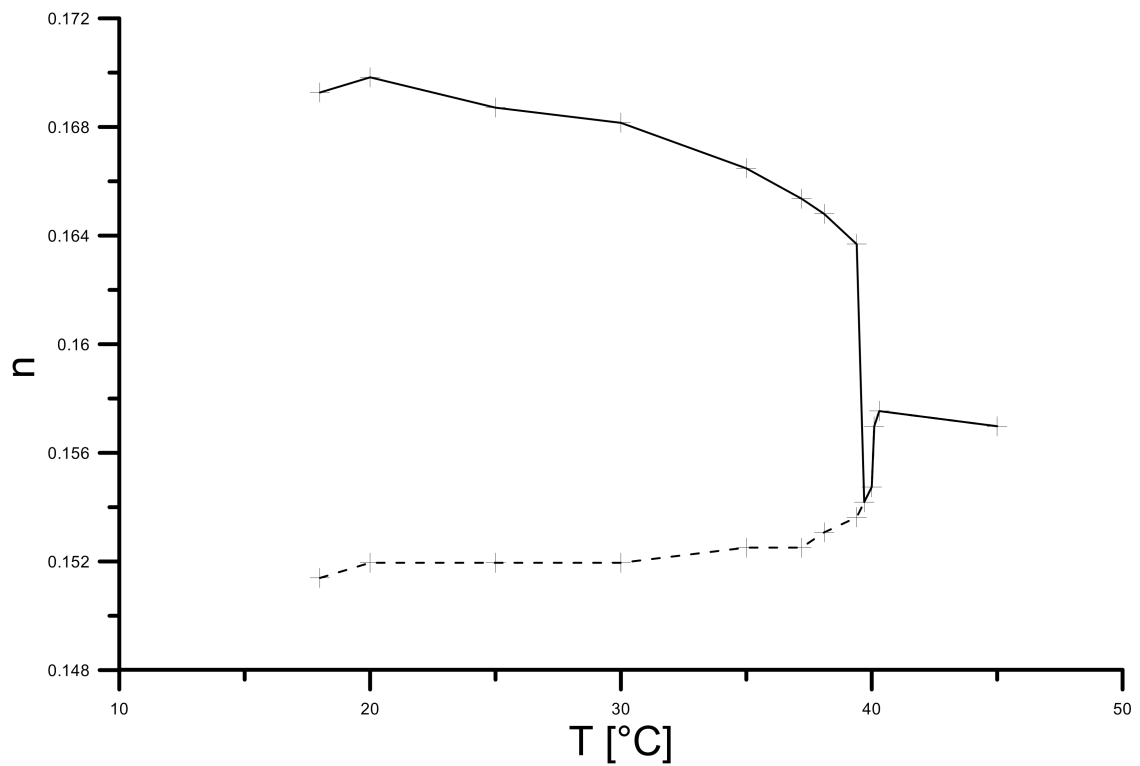
$$\alpha = 1.93^\circ = 0.034 \text{ rad}$$

- Hibaszámolás

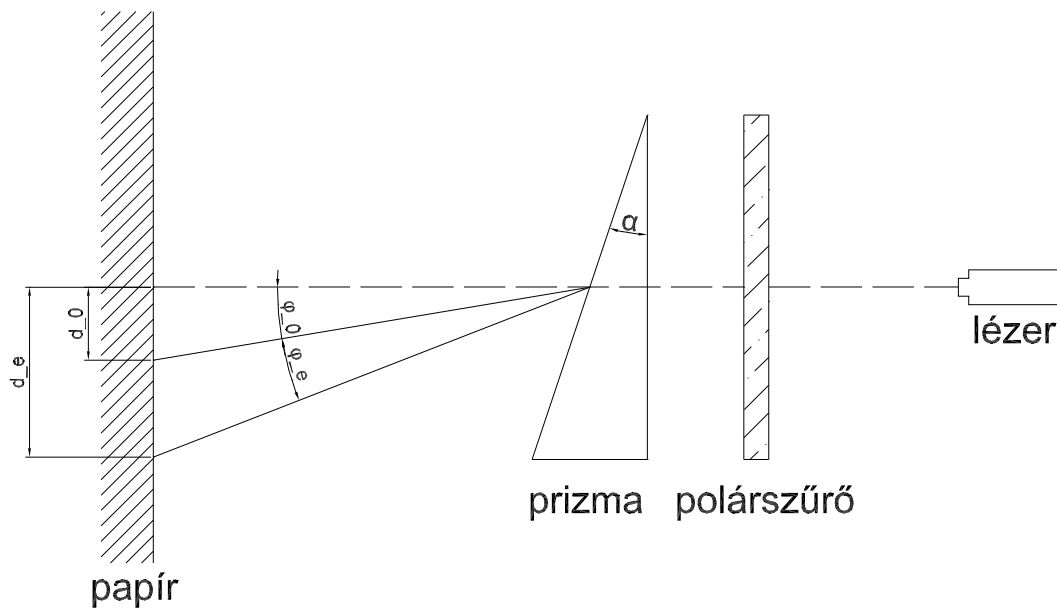
- $\Delta d = 5 \text{ mm}$  (leolvasási hiba)
- $\Delta\varphi = (\delta d + \delta L) \varphi = 0.05 \text{ rad}$
- $\Delta L = 50 \text{ mm}$  (leolvasási hiba)
- $\Delta n = \frac{\Delta\varphi}{\alpha} = 0.03$

$T [^{\circ}\text{C}]$	$d_0 [\text{mm}]$	$d_e [\text{mm}]$	$\varphi_0 [\text{rad}]$	$\varphi_e [\text{rad}]$	$n_0$	$n_e$
18	92	124	0.0174	0.0235	0.151	0.169
20	93	125	0.0176	0.0237	0.151	0.169
25	93	123	0.0176	0.0233	0.151	0.168
30	93	122	0.0176	0.0231	0.151	0.168
35	94	119	0.0178	0.0226	0.152	0.166
37.2	94	117	0.0178	0.0222	0.152	0.165
38.1	95	116	0.0180	0.0220	0.153	0.164
39.4	96	114	0.0182	0.0216	0.153	0.163
39.7	97	97	0.0184	0.0184	0.154	0.154
40	98	98	0.0186	0.0186	0.154	0.154
40.1	102	102	0.0193	0.0193	0.156	0.156
40.3	103	103	0.0195	0.0195	0.157	0.157
45	102	102	0.0193	0.0193	0.156	0.156

1. táblázat. Törésmutató hőmérsékletfüggése



1. ábra. Törésmutató változása a hőmérséklet függvényében



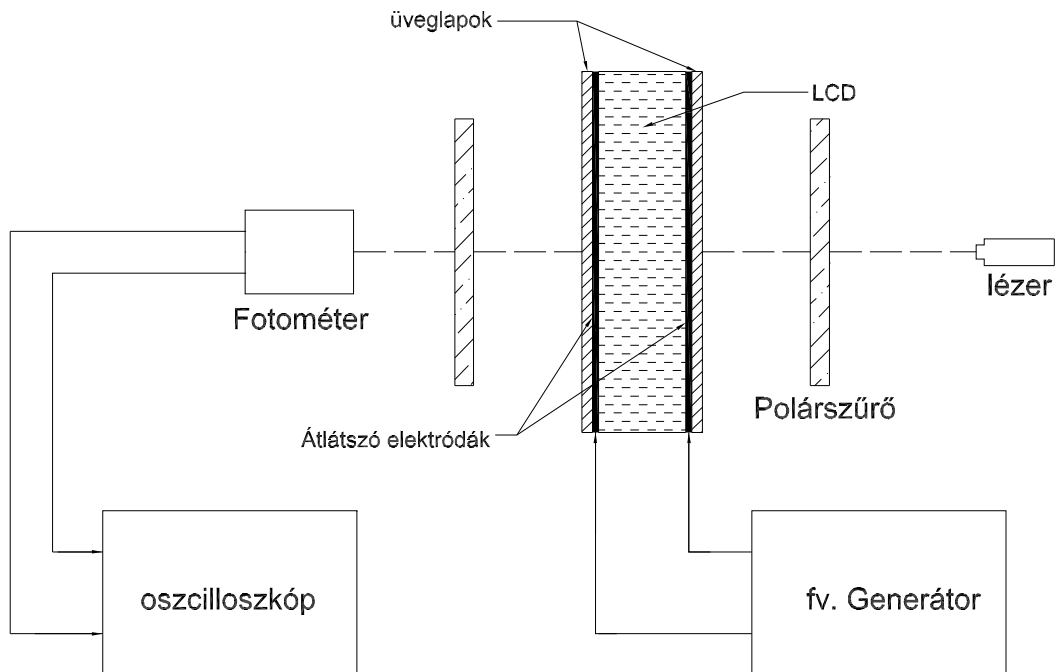
2. ábra. A mérési elrendezés

## 2.2. Folyadékkristály-kijelzők vizsgálata

A mérés során a folyadékkristály cellákat különböző alakú jelekkel vezéreltük függvény generátor segítségével, és egy fotodiódával mértük az áteresztett intenzitását. A detektált intenzitással arányos a cellán eső feszültség, így oszcilloszkópra kapcsolva összehasonlítható a generáló feszültséggel. Először 40-50 Hz közötti frekvencián szinuszos jellel felvettük a csavart nematikus cella feszültség-intenzitás karakterisztikáját.

$U_{be}$ [V]	$U_{ki}$ [V]
6	0.3
6.5	0.4
7	0.45
7.5	0.5
8	0.5
8.4	0.5
9	0.45
9.5	0.42
10	0.4

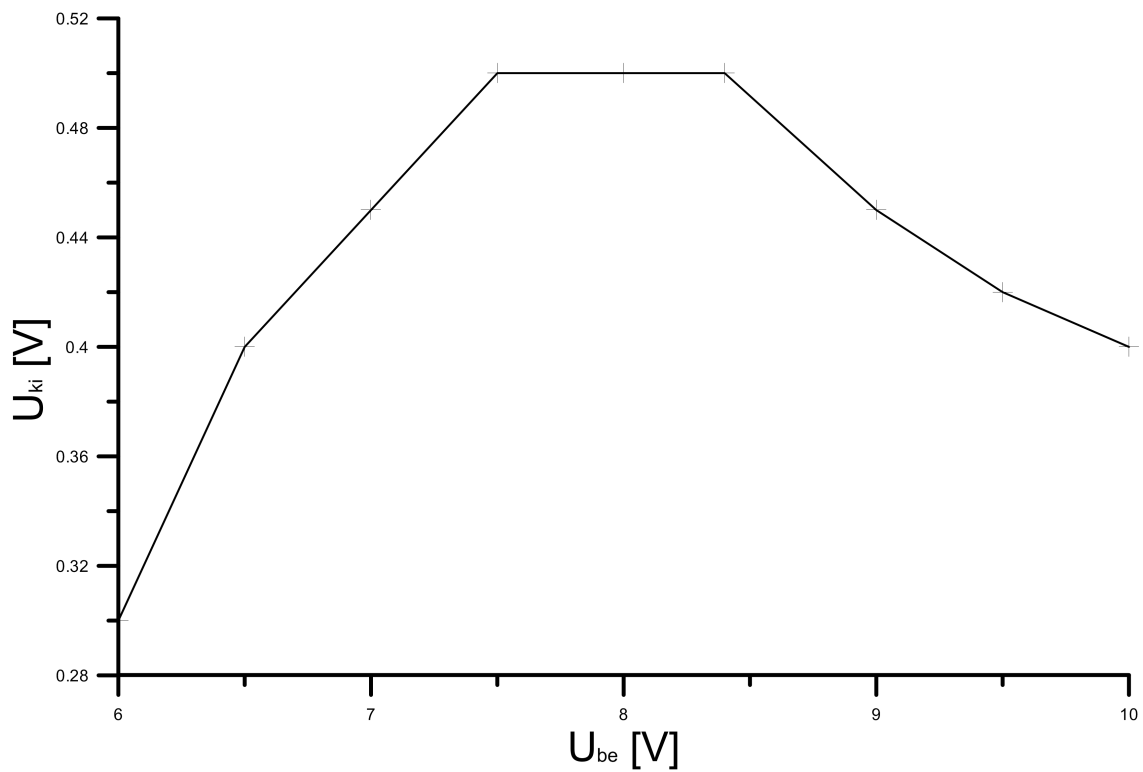
2. táblázat. Karakterisztika mért értékei



3. ábra. Az LCD mérési elrendezése

A kijelző működése 7.5-8.4 V közötti tartományon a legideálisabb, mert ekkor érzékeljük a legnagyobb intenzitású jelet. Továbbá még megvizsgáltuk a folyadékkristályos kijelzők kapcsolási vagyis késleltetési idejét. Azt az időt ( $\tau$ ) határoztuk meg először az oszcilloszkóppal, ami ahhoz szükséges, hogy a válaszjel exponenciális felfutása elérje a változás 63%-át, vagyis amikor 0.63A nagyságú amplitudót mérhetünk. A késleltetési idő ennek a háromszorosa vagyis  $3\tau$ , ilyenkor már az amplitudó eléri a 95%-os értéket.

- Késleltetési idők
  - Csavart nematikus LCD
    - \*  $3\tau = 5.8 \text{ ms}$
  - Ferroelektromos cella
    - \*  $3\tau = 0.96 \text{ ms}$



4. ábra. Karakterisztika

## Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés</b>	<b>1</b>
1.1. A mérés célja . . . . .	1
1.2. A folyadékkristályok rövid jellemzése . . . . .	1
<b>2. Kiértékelés</b>	<b>1</b>
2.1. Törésmutató meghatározása . . . . .	1
2.2. Folyadékkristály-kijelzők vizsgálata . . . . .	4

## Hivatkozások

[1] Modern fizikai laboratórium, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 1995