Modern Fizika Labor

Fizika BSC

A mérés dátuma: 2008. 11.18.	A mérés száma és címe: 17. Folyadékkristályok	Értékelés:
A beadás dátuma: 2008.12.09.	A mérést végezte: Juhász Krisztina Szilvási Ádám	

1. A mérés célja

A mérés célja folyadékkristályok optikai tulajdonságainak vizsgálata.

2. A mérés leírása

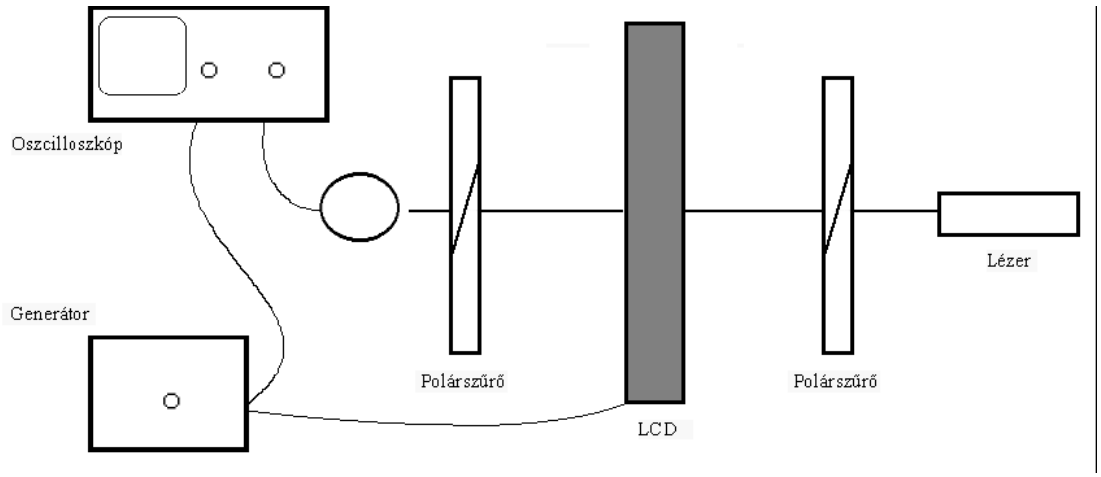
A mérés során először egy csavart nematikus folyadékkristályos kijelző feszültség-intenzitás karakterisztikáját mértük meg, majd ennek illetve egy ferroelektromos cellának a válaszát vizsgáltuk különböző frekvenciájú és alakú jelekre.

A második mérés egy ék alakú folyadékkristály fázisátalakulása során eltűnő kettőstörő tulajdonságát vizsgálja a hőmérséklet függvényében.

3. Adatok és kiértékelés

a. Csavart nematikus és ferroelektromos cella tulajdonságai

A méréshez használt elrendezés a lenti ábrán látható.



A mérés során a folyadékkristály cellákat különböző alakú jelekkel vezéreltük, és egy fotodiódával mértük a polarizált lézernyaláb intenzitását, amint áthaladt a kijelzőn. A fotodióda jelét egy oszcilloszkópon vizsgáltuk, ahol az intenzitással arányos feszültség jelent meg a ráeső lézerfénytől. A kapott jelekről készült fotókat a jegyzőkönyv végén mellékeltem.

Egy csavart nematikus és egy ferroelektromos cellán vizsgáltunk szinuszos-, háromszög- és négyszögjelet, utóbbiból megbecsültük a cella válaszidejét.

A nematikus cella esetében azt tapasztaltuk, hogy szinusz- és háromszögjelre a jel frekvenciája megkétszereződött. Ez annak köszönhető, hogy a cella mindkét térirányra zár, így egy periódus alatt kétszer is. A kristályok tehetetlensége miatt megfigyelhető egy fáziskésés. A szinusz és a háromszögjel hatására is szinusz jelet kapunk válaszul. Utóbbi azzal magyarázható, hogy a cella fáziskésése miatt nem tudja követni a teret, így a magasabb frekvenciájú jeleket nem engedi át a rendszer, és a háromszögből egy élesebb csúccsal rendelkező szinuszjel marad. Négyszögjelet rávezetve a kijelzőre, ugyanolyan periódusú telítési görbét kapunk válaszul. Ennek az időállandóját meghatározva megkapjuk a cella válaszidejét (ezt a ferroelektromos kijelzővel összehasonlítva adom meg később). A válaszidőt úgy olvastuk le, hogy megnéztük, hány ms után éri el a jel a maximum egyharmadát lecsengés közben.

A csavart szmektikus kijelző csak az egyik térirányba nyit ki, a másikba teljesen zár, így a periodikus szinusz és háromszögjelekre azonos periódusú jeleket kapunk. A kijelző nagyságrenddel kisebb válaszidejének

köszönhetően nagyobb frekvenciákat is átenged, így a háromszögjelre adott válasz sokkal élesebb lesz a nematikus kijelzőéhez képest. A válaszidőt ismét négyszögjel segítségével határoztuk meg.

A kapott eredmények:

Nematikus: $\tau = 2{,}8 \pm 0{,}4\ ms$

Szmektikus: $\tau = 0{,}70 \pm 0{,}05\ ms$

A fenti eredményekből látszik, hogy a ferroelektromos kijelző sokkal gyorsabban reagál az elektromos tér változására.

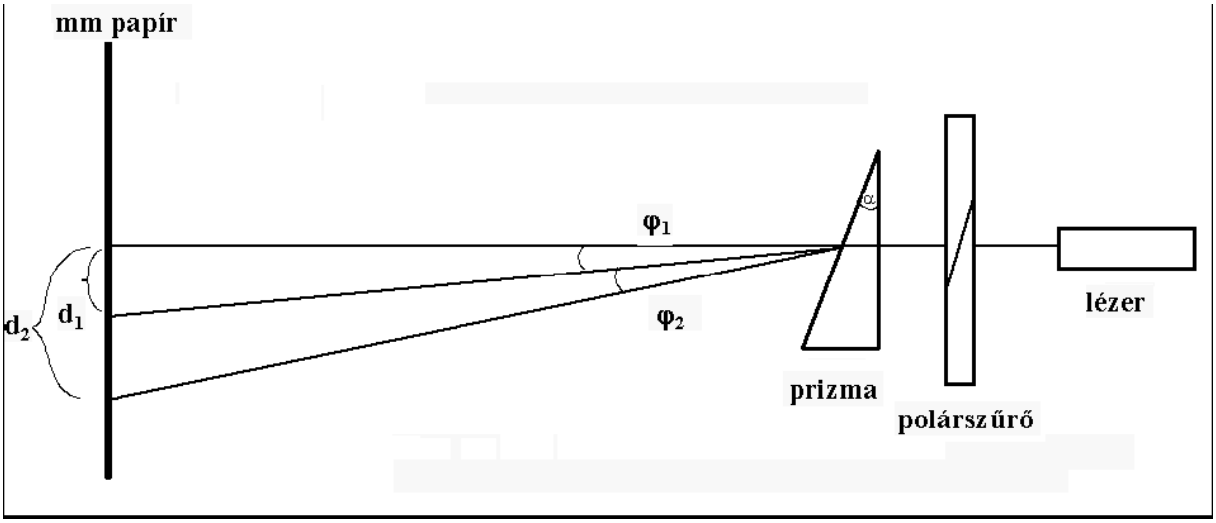
Vizsgáltuk a nematikus folyadékkristály karakterisztikáját, és meghatároztuk az ideális üzemi feszültséget, amelyen maximális a kontrasztarány. Ezt egy 100 Hz-es szinusz jellel mértük meg 2-20 V bemenő amplitúdó mellett. Némely feszültségérték mellett értékelhetetlen volt a kimenő jel.

Ube [V]	Uki [V]
6	0,37
8	0,57
10	0,4
12	0,24
14	0,13
16	0,096
20	0,082

Amint látjuk, a nematikus cella a fenti mérések szerint 8 V körül működik a legjobban.

b. Nematikus folyadékkristály fázisátalakulása

A második méréshez használt elrendezés vázlata:



A mérés második felében egy nematikus folyadékkristály fázisátalakulását vizsgáltuk. A folyadékkristály szobahőmérsékleten kettőstörő volt, és melegítés hatására ez a kettőstörés megszűnt, mivel eredetileg a molekulák egy irányba álltak be, és ez a hőmérséklet hatására elromlik. A folyadékkristály két üveglap közt helyezkedett el, melyek ék alakban találkoztak. Az így kapott prizma a megvilágító lézernyalábot két merőlegesen polarizált sugárnyalábra osztja. Ezeket egy polárszűrővel közel egyenlő intenzitásúvá tesszük, hogy könnyebben megfigyelhetőek legyenek. A prizma nélküli esethez képest mérjük a nyalábok eltérülési szögeit a folyadékkristály hőmérsékletének függvényében. A hőmérsékletet ultratermosztáttal

szabályozzuk, mely egy kontakthőmérőn keresztül méri a rendszer hőmérsékletét. Az eltérülés kis szögű, így jó közelítéssel a törésmutató a következő összefüggésből megkapható:

$$n \approx \frac{(\varphi + \alpha)}{\alpha}, \varphi \approx \frac{d}{L},$$

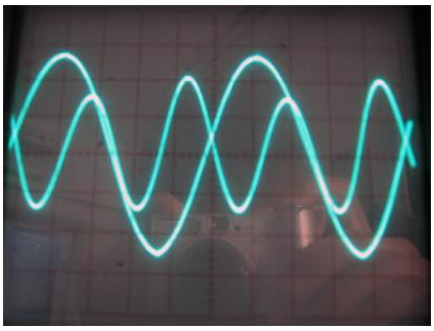
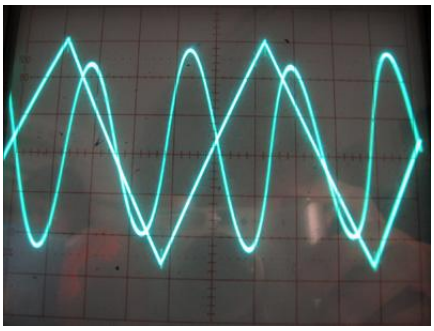
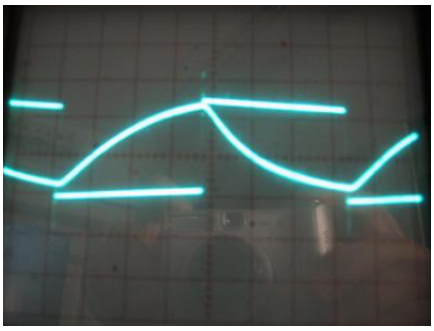
ahol α a prizma törőszöge, φ pedig a kitérés szöge, L az ernyő és a prizma távolsága, d pedig a kitérülés szöge. Az eredmények a következők:

$L = (380 \pm 5)cm$; $\alpha = 1{,}93° = 0{,}034\, rad$; a referenciapont $d_0 = 7\, mm$; a kitérés hibája $\Delta d = 3\, mm$; szögeltérés hibája $\Delta\varphi = 0{,}001\, rad$; törésmutató hibája $\Delta n = 0{,}03$

(A hibák a hibaterjedés szerint: $\Delta\varphi = \varphi(\delta d + \delta L)$; $\Delta n = {}^{\Delta\varphi}/_{\alpha}$)

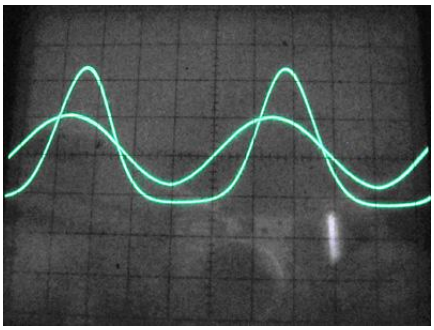
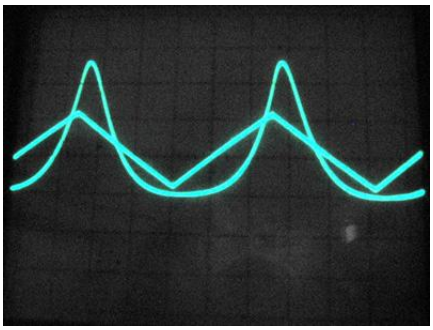
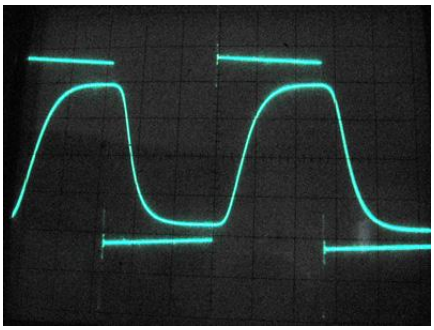
T [°C]	d_o [mm]	d_e [mm]	φ_o	φ_e	n_o	n_e
35,2	81	104	0,021	0,027	1,63	1,81
36	81	103	0,021	0,027	1,63	1,80
37	82	102	0,022	0,027	1,64	1,80
38	82	101	0,022	0,027	1,64	1,79
38,9	83	101	0,022	0,027	1,65	1,79
40	83	100	0,022	0,026	1,65	1,78
41	84	99	0,022	0,026	1,66	1,77
42,2	84	99	0,022	0,026	1,66	1,77
43	88		0,023		1,69	
44,1	89		0,023		1,70	
45,1	89		0,023		1,70	

Amint látszik, a fázisátalakulás itt 42 °C körül ment végbe. Sajnos nem sikerült teljesen elkapni a folyamatot. A mérés nagyon pontatlan, a sugárnyalábok nagy foltokat hoznak létre a vásznon, így muszáj volt a foltok függőleges kiterjedésének felével becsülni a hibát. Ez nem minden pontban volt egyenlő, így a fenti esetben az azonos leolvasási hiba minden hőmérsékleten csak közelítés. A fázisátalakulás pillanatában bekövetkezik a kritikus opaleszcencia, amely során mindkét folt eltűnik a vászonról, mivel a folyadék a másodrendű fázisátalakulás alatt a sugarakat teljesen szétszórja.

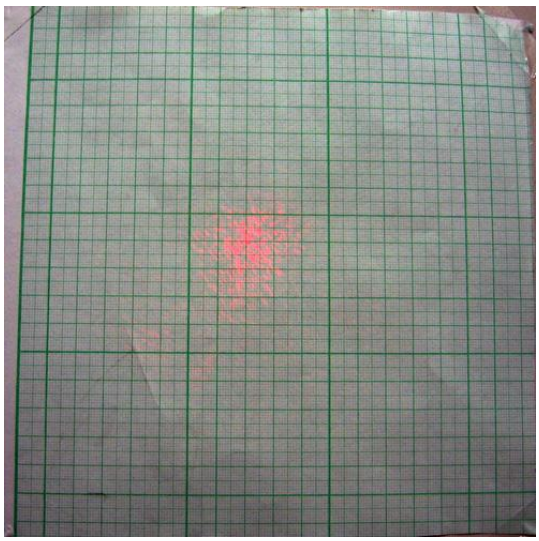
Nematikus cella válaszai

	1. kép	2. kép	3. kép
Frekvencia [Hz]	100		70
Időbeosztás [ms/DIV]	2		
CH1 felbontás [V/DIV]	2		
CH2 felbontás [V/DIV]	0,1		

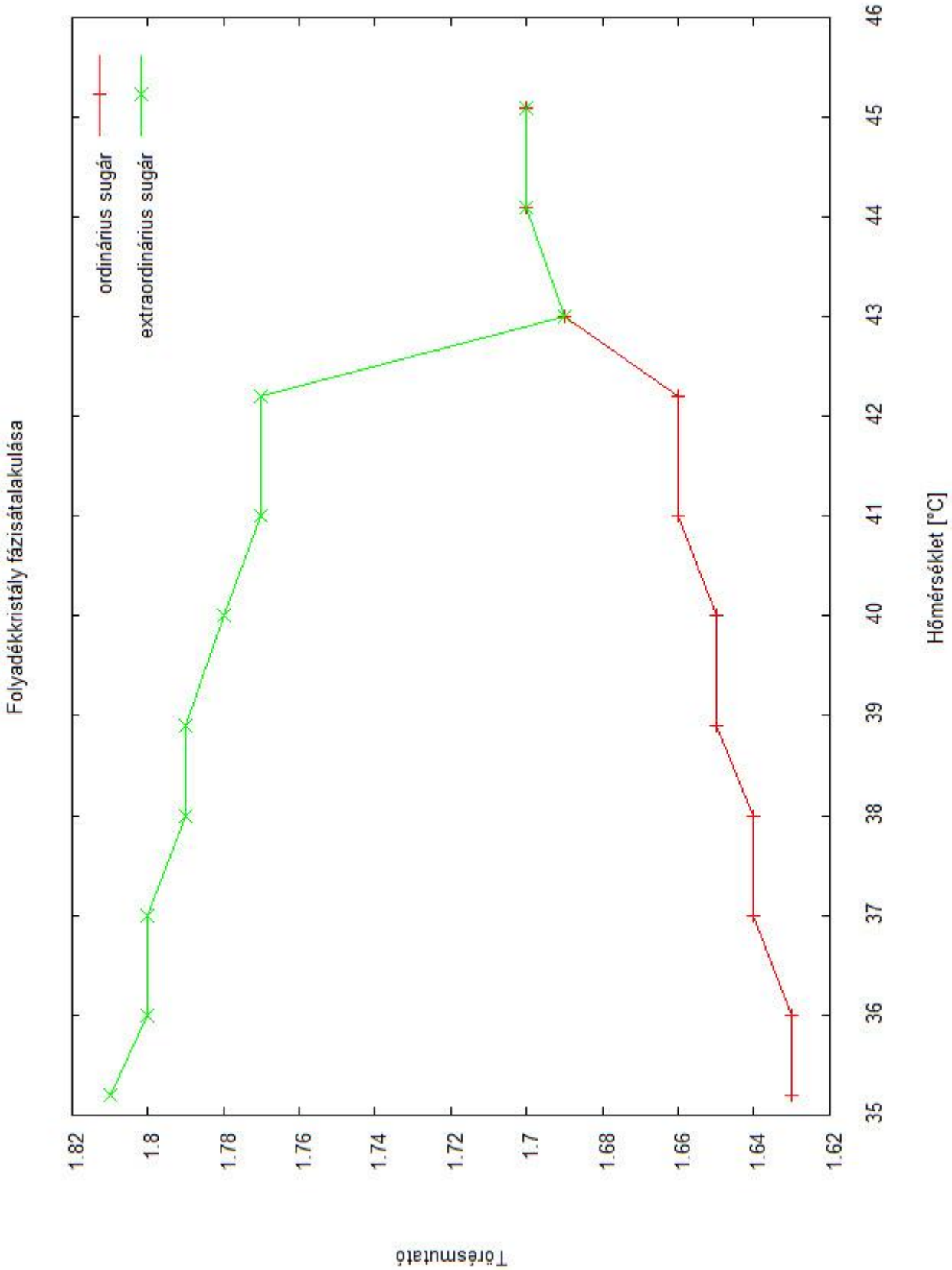




Szmektikus cella válaszai

	1. kép	2. kép	3. kép
Frekvencia [Hz]	100		190
Időbeosztás [ms/DIV]	2		1
CH1 felbontás [V/DIV]	2		1
CH2 felbontás [V/DIV]	0,2		2



A kritikus opaleszcencia pillanata


Folyadékkristály fázisátalakulása
ordinárius sugár
extraordinárius sugár
Törésmutató
Hőmérséklet [°C]
1.82
1.8
1.78
1.76
1.74
1.72
1.7
1.68
1.66
1.64
1.62
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46