

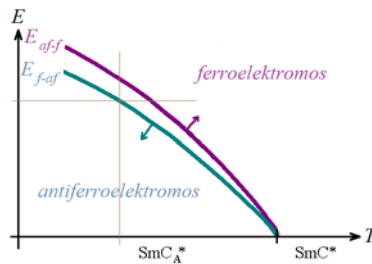
## Válasz Szabó György, az MTA doktora bírálataira

Mindenekelőtt szeretném megköszönni Szabó Györgynek, az MTA doktorának az értekezés gondos átolvasását, elismerő szavait és azt, hogy a tézispontokat új tudományos eredményeimnek elismerve az értekezést nyilvános vitára bocsájtásra és sikeres védelem esetén az MTA doktora cím odaítélésére alkalmasnak értékelte.

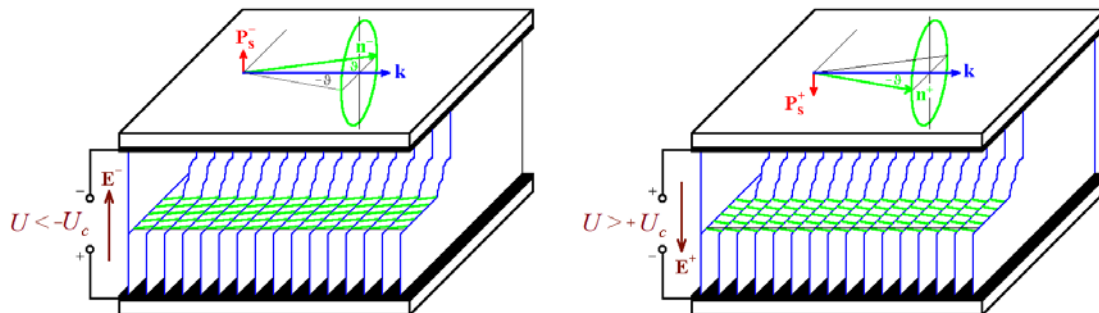
Kérdéseire az alábbiakban válaszolok.

*1. A folyadékkristályok bonyolultságával rendelkező anyagoknál általános tulajdonság a hiszterézis jelensége és a kialakuló állapot esetleges függése a kezdőállapottól. Hol figyelhetünk meg hasonló jelenségeket a folyadékkristályoknál.*

A folyadékkristályok valóban meglehetősen komplex rendszerek és megfelelő körülmények között hiszterézis is előfordulhat bennük. Erre ott számíthatunk, ahol a külső gerjesztések hatására a folyadékkristályban nem-folytonos, elsőrendű átalakulás következik be. Szép példaként szolgál erre a hőmérséklet és elektromos tér együttes hatására bekövetkező ferroelektromos ( $\text{SmC}^*$ )—antiferroelektromos ( $\text{SmC}_A^*$ ) fázisátalakulás. A hiszterézis, az  $E = 0$  esetet kivéve, mind a hőmérséklet, mind az elektromos tér tengelye mentén észlelhető, minthogy az  $E_{f\text{-}af}(T)$  görbe az  $E_{af\text{-}f}(T)$  görbe alatt halad.



Ugyancsak hiszterézist találunk azoknál az elektromos térrel indukált direktor átorientálásoknál, ahol bistabil elektrooptikai kapcsolást figyelhetünk meg. Ezekre példa a felületstabilizált ferroelektromos folyadékkristály kijelző [N.A. Clark, S.T. Lagerwall: *Appl. Phys. Lett.* 36(11), 899, (1980).]. Ebben az eszközben egy adott polaritású feszültséggel létrehozott állapot a feszültség lekapcsolásakor megmarad és csak ellentétes polaritású feszültség ráadásával vihető át a másik stabil állapotba.



Trükkös határoló felületek kialakításával nematikus folyadékkristályban is sikerült már hasonló bistabil kapcsolást létrehozni [P. Rudquist, S. T. Lagerwall: Chapter 7. Applications of Flexoelectricity. In eds. Á. Buka and N. Éber, *Flexoelectricity in Liquid Crystals. Theory, Experiments and Applications*, Imperial College Press, London, 2012, pp. 203-239].

A fenti kivételektől eltekintve, az elektromos térrel indukált elektrooptikai átorientálások többsége másodrendű, folytonos átalakulásnak felel meg, így nem rendelkezik hiszterézissel. Ugyanez érvényes az elektrokonvekciónak az értekezésben részletesen bemutatott eseteire is. Ilyenkor legfeljebb egy látszólagos hiszterézist találhatunk, ami a kontroll paramétereknek (pl. feszültségnek) a rendszer relaxációs idejéhez képest túl gyors változtatásából adódik. Ezt a kísérleti körülmények megfelelő beállításával el lehet és el is kell kerülni.

Mindazonáltal speciális esetekben, pl. egyes, mágneses térbe helyezett homeotróp nematikus mintákon, az elektrokonvekció jelenségekörében is előfordulhat elsőrendű átalakulás és hiszterézis, de ilyen jelenségekkel érdemben nem foglalkoztam.

Hiszterézist megfigyelhetünk akkor is, ha a folyadékkristály orientálására speciális felületaktív bevonatot használunk, mely a felület által preferált direktorirányt a hőmérséklet függvényében képes megváltoztatni. A létrejövő planáris—homeotrop átalakulás és a homeotrop—planáris visszaalakulás hőmérsékletei között több fokos eltérés figyelhető meg.

A kialakuló állapotnak a kezdőállapottól függését az V.4. fejezetben tárgyalt esetben, az egyen- és váltófeszültség szuperpozíciója során kialakuló mintázatképződés közben tapasztaltam. Itt az alkalmazott egyenfeszültség megváltoztatja a mintázatképződés egyes kulcsparamétereit, az elektromos vezetőképességet és annak anizotrópiáját. Minthogy a vezetőképesség relaxációját több, nagyságrendileg különböző karakterisztikus idő határozza meg melyek közül a leghosszabb akár több napos is lehet, a vezetőképesség pillanatnyi értéke és így a kialakuló mintázat függhet a minta előtörténetétől, azaz mikor, mekkora egyenfeszültséget alkalmaztunk és milyen hosszú ideig.

*2. A 25. ábrán a diffraktált intenzitás időfüggésében rövid ideig tartó növekedés figyelhető meg a kontroll paraméter legmagasabb értékénél. Mi ennek a szemléletes magyarázata?*

A kontroll paraméter (vagyis az alkalmazott feszültség) növelésével nő a periodikus direktormoduláció (a maximális direktor kihajlási szög) mértéke, amivel a diffraktált fényintenzitás erősen nemlineáris kapcsolatban áll. Egy közelítő direktorprofil feltételezésével kapott analitikus becslés, a (42) egyenlet, szerint az elsőrendű diffrakciós folt intenzitása a  $J_1$  Bessel függvény négyzetével arányos, míg a deformáció amplitúdója a Bessel függvény argumentumában szerepel. Növekvő argumentum esetén a Bessel függvény nem monoton növekszik, hanem oszcillál. A 25. ábrán a legnagyobb bemutatott kontroll paraméter esetén a deformáció már olyan nagy, hogy  $J_1$  argumentuma meghaladja az első maximumhoz tartozó értéket, így a relaxáció során a deformáció és vele  $J_1$  argumentumának csökkenése szükségszerűen először az intenzitás növekedéséhez, majd a maximumot elérve a csökkenéséhez vezet. A nagyobb deformációval együtt járó oszcilláló intenzitás még egyértelműbben látszik a 29c. ábrán.

A deformáció nagysága és a fényintenzitás közötti nemlineáris, sőt nem is monoton kapcsolat egyáltalán nem ritka az optikában. Például egy planáris folyadékkristály réteg Fredericksz-átmenete során a feszültség növelésekor a kettőtörő minta  $\Phi$  optikai fáziskülönbsége monoton változik, de a keresztezett polarizátorok között átengedett fény intenzitása a  $\sin^2(\Phi/2)$  függvényt követve nem monoton, hanem oszcillál ha  $\Phi > 2\pi$  teljesül.

Budapest, 2020. augusztus 12.

Dr. Éber Nándor