

Folyadékkristályok

Mérést végző diák: Németh Petra
Iskola: Budapest XIV. kerületi Teleki Blanka Gimnázium
Osztály: 12 B
OM azonosító: 035247
Cím: 1146 Budapest, Ajtósi Dürer sor 37
Tanára: Dr. Jarosievitz Beáta és Dr. Sükösd Csaba
Mérésvezető:
Mérés időpontja: 2025.10.10.

Kivonat

A Nobel-díjas kísérletek szakkör során megvizsgálhattuk a folyadékkristályok polarizált fényben lezajló rendeződési folyamatát. Emellett megismerhettük, hogyan működik egy folyadékkristály-kijelző, majd kipróbáltuk, hogyan lehet egy mágnes és polarizált fény segítségével a maláriafertőzést jelző hemozoin kristályokat kimutatni. A folyadékkristályok jelentősége napjainkban megnőtt hiszen a technikai fejlődésével nagy felbontású LCD kijelzőket használunk okostelefonokban és televíziókban. A maláriafertőzés sok emberi életet követel évente és ennek a fertőzésnek a kimutatására egyedülálló érzékenységgű diagnosztikai műszert fejlesztettek ki a folyadékkristályos állapot felhasználásának segítségével.

Elméleti összefoglaló

A folyadékkristály (LC = Liquid Crystal) olyan állapota az anyagnak, ami a kristályos szilárd állapot és az amorf folyadék állapot között van, tehát egy negyedik lehetséges halmazállapota az anyagoknak, mely jellemzőit tekintve a folyadék és a szilárd fázisok 'között' helyezkedik el. Egy folyadék molekulái, szobahőmérsékleten, rendezetlenül helyezkednek el egymás közelében és orientációjuk is teljesen véletlenszerű. Ezzel szemben egy kristályos anyag molekulái, mint pl. a víz 0°C alatt, egymáshoz képest jól meghatározott helyzetben és irányítottsággal rendeződnek. A folyadékkristályok ezeket a tulajdonságokat ötvözik: a molekulák elhelyezkedése teljesen rendezetlen vagy részlegesen rendezett, de irányítottságukban egyértelmű rendeződést mutatnak. A molekulák orientációja (irányítottsága) könnyen egy irányba rendezhető és szabályozható elektromos erőtér segítségével. A folyadékkristályok anizotrop szerkezetűek, és ezért kettősen törő tulajdonságokkal rendelkeznek és az optikai átlátszóságuk elektromos terekkel csökkenthető. Ezt a tulajdonságukat használják fel az órák, számológépek és más elektronikus eszközök kijelzőinek (LCD) készítésekor.

A fény transzverzális hullám: ez azt jelenti, hogy az elektromágneses hullámban az elektromos térerősség (és a mágneses indukció) vektora a hullám terjedési irányára merőleges. Ha valamilyen módon elérjük, hogy a fényben az elektromos térerősség vektora egy kitüntetett irányba mutasson, akkor a fényt (lineárisan) polarizáltnak nevezzük.

Mérési elrendezés és a mérés menete

Mérésekhez használt eszközök: polárszűrők, HAMEG multiméter, lézercióda, lencse, mágnes, ernyő, minták, LCD kijelző.

1.Mérés:

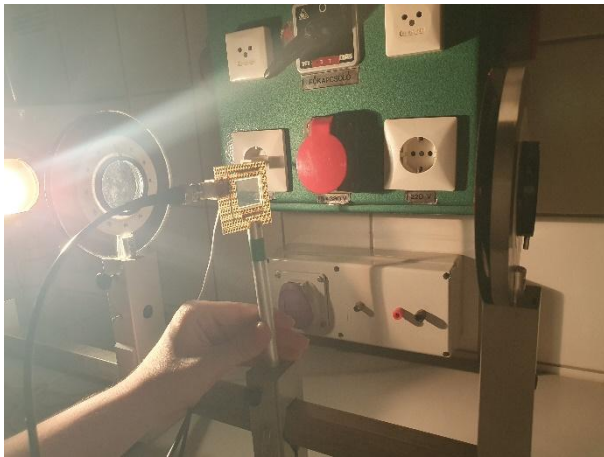
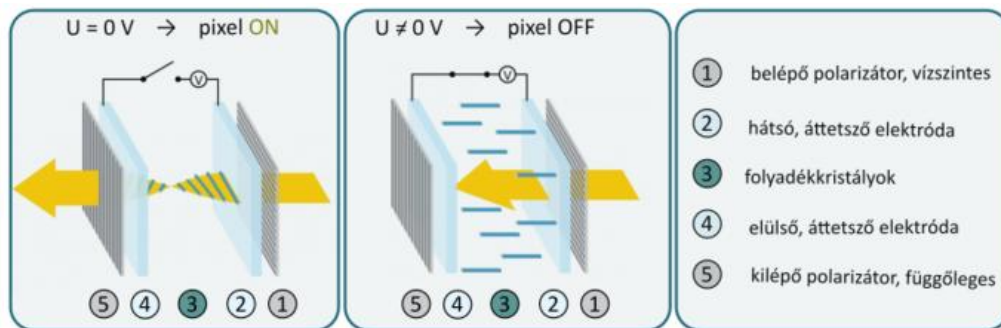
Polarizálatlan fény két polárszűrőn keresztül haladt át, amiknek polarizációs irányát változtattuk.



2.Mérés:

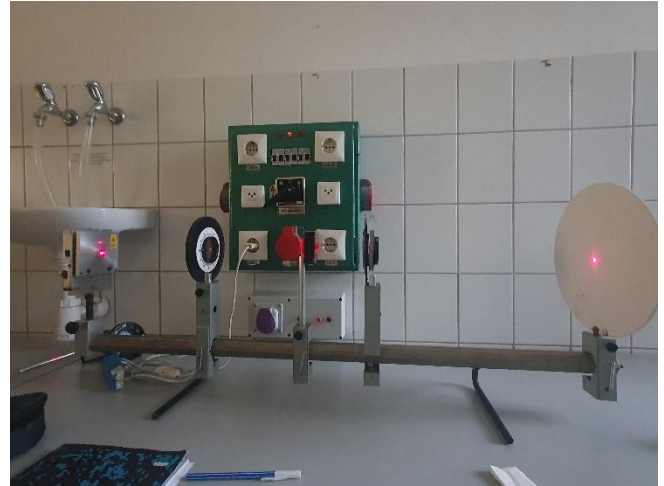
Megfigyeltük egy csavart nematikus kristályokat alkalmazó LCD kijelző működési elvét.

Az általános működési elvet az alábbi ábra szemlélteti.



3.Mérés:

Megismerhettük, hogyan lehet egy mágnes és polarizált fény segítségével a maláriafertőzést jelző hemozoin kristályokat kimutatni. Kettő különböző mintát is megvizsgáltunk, az egyikben desztillált víz, a másikban pedig szintetikus kristályok voltak. Fel kellett ismerni a „fertőzött” mintát.



Mérési eredmények és kiértékelésük

1.Mérés: Ha az így polarizált fény egy másik polárszűrőn halad át, akkor attól függően, hogy a két polárszűrő polarizációs iránya egymáshoz képest milyen irányban áll, mást és mást tapasztalunk. Ha a két szűrő iránya párhuzamos, akkor a fény a második szűrőn akadálytalanul és gyengítetlenül áthalad, ha viszont a két szűrő egymásra merőlegesen áll, akkor a fény a második szűrőn nem tud áthaladni, teljesen elnyelődik.

2.Mérés: A kijelzők szegmensekre, pixelekre vannak osztva, melyek vagy átengedik háttérből jövő fényt (világos pixel) vagy 'elzárják' annak útját (sötét pixel), a nyitás/zárás pedig elektronikusan vezérlehető. Ezáltal pixelenként változtatható a kijelző sötét vagy világos állapota, és tetszőleges fekete-fehér kép megrajzolható. Mindezt a folyadékkristályok két különleges fizikai tulajdonsága teszi lehetővé: az optikai kettőtörés és az elektromos térrel való rendezhetőség.

3.Mérés: A maláriafertőzést okozó paraziták a vörösvértestekből hosszúak, úgy nevezett hemozoin kristályokat hoznak létre, melyek mágneses viselkedésük miatt külső mágneses térben egy irányba rendezhetők, ezt használja ki az a diagnosztikai műszer, amely alkalmas lehet a betegség rendkívül korai stádiumú, ugyanakkor olcsó és automatizált kimutatására. A detektálás során egy csepp hígított vérmintát mágneses térbe helyezünk, majd polarizált lézertérrel átvilágítjuk. Ha találhatók kristályok a mintában, a mágneses tér egymással párhuzamosan rendezi azokat, és az így kapott folyadékkristályhoz hasonló keverék kettőtörése révén elforgatja az átmenő fény polarizációs síkját.

Összegzés

A mérések során megtapasztalhattuk Pierre-Gilles de Gennes francia fizikus munkásságának jelentőségét, aki 1991-ben kapott Nobel-díjat a polimerekben és folyadékkristályokban lejároló rendeződési folyamatok leírásáért. Napjainkban elsősorban kijelzőkben (LCD) használják őket, például televíziókban, számítógépekben és mobiltelefonokban, mivel kis energiafogyasztás mellett jó képminőséget biztosítanak. Az optikai technikában is fontosak, mivel segítségükkel a fény iránya és polarizációja szabályozható. Emellett a malária betegség rendkívül korai stádiumú diagnosztizálását is elősegíti.

Felhasznált irodalom

[1] <https://felvi.ttk.bme.hu/hu/nobeldijas>

[2] https://fizipedia.bme.hu/index.php/Folyad%C3%A9kkrist%C3%A1lyok_vizsg%C3%A1lata