

Fekete Attila Ignác

Diffrakció TFT képernyőn

Ádvent egy fizikatanár szemével

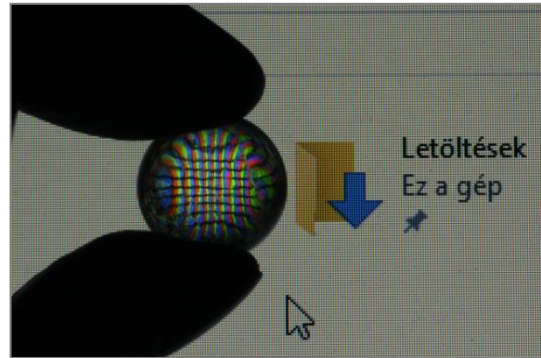
Az elhajlás (diffrakció) jelenségét hullámkáddal szoktam szemléltetni, mivel nincs diffrakciós rácsom a szertárban. A december eleji gyertyázás idején, a moodle-rendszer szokásos lefagyásakor figyeltem fel arra, hogy az első adventi gyertya fénye szép szivárványos csíkokat hoz létre az amúgy kikapcsolt tv készülék képernyőjén.

A jelenség nem hagyott nyugodni, több szögből, és különböző távolságokról készítettem felvételeket. A második képen szépen kirajzolódik a háttérben egy téglalapos szerkezetű rács is.

A kísérleti összeállítás a harmadik fényképen látható: Előtérben a gyertya, háttérben a kikapcsolt fekete képernyő a gyertya visszatükröződő képével.



Manapság a *Wikipédia* a jó barátunk, így nem volt nehéz megfejteni a talányt. A mai lapos televíziók képernyője sok-sok azonos szerkezetű, a képernyő működési elvének megfelelő, elemi egységből épül fel, amelyek valamilyen síkbeli rácsszerkezetben helyezkednek el. Működés közben ezek az egységek a képernyőn egy-egy képpontot hoznak létre. A képpontok ugyanolyan rácsszerkezetben helyezkednek el, mint az őket létrehozó elemi egységek. Kellő nagyítással ezek jól láthatók a képernyőn⁽¹⁾.



A képernyő elemi egységeiből álló rács rácsállandója éppen megfelelő ahhoz, hogy a képernyő egy optikai rácsként működjön. A szakirodalom szerint a rácsállandó mikrométer nagyságrendű, ami már közel jár a fény hullámhosszának nagyságrendjéhez, pontosabban annál egygyel nagyobb. A gyertya beeső fehér fénye visszaverődik erről a rácsról, így a képernyő egy reflexiós optikai rácsnak tekinthető. A rácsról visszaverődő és egyúttal elhajló fény interferenciája bizonyos irányokban erősítést, bizonyos irányokban gyengítést hoz létre, ennek eredménye a megjelenő jellegzetes interferenciakép.

A fényelhajlást rácson a következő képlettel írhatjuk le:

$$d \cdot \sin \alpha = k \cdot \lambda,$$

ahol d a rácsállandó, α az erősítési irány szöge, k az elhajlás rendje ($k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$), λ pedig a hullámhossz. Az összefüggésből az elhajlás szögének szinuszja:

$$\sin \alpha = \frac{k \cdot \lambda}{d}.$$

Egy rácson a fehér féynél kialakuló elhajlási képben egy adott rendnél (pl. $k = 1$) az elhajlás szöge annál nagyobb, minél nagyobb a fény hullámhossza. Ezért a 760 nm hullámhosszúságú vörös fény erősítési irányához tartozó szög nagyobb, mint a 380 nm-es ibolya erősítési irányához tartozó szög. Köztük helyezkednek el a szivárvány többi színének erősítési irányai is, így gyakorlatilag köztük megjelenik a teljes látható színek. Ugyanez a helyzet a $k = 2$, $k = 3$ stb. elhajlási képeknél is. Ezeknél azonban az egyre nagyobb k miatt az erősítés irányait megadó szögek is egyre nagyobbak lesznek.

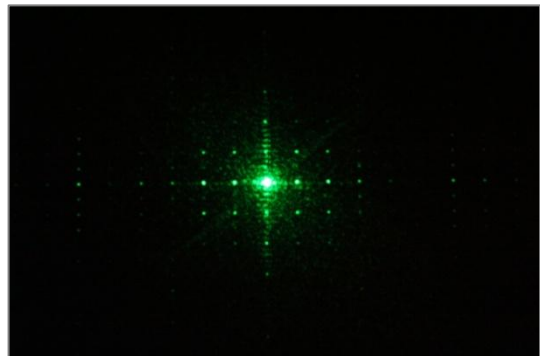
Az előbbiekhöz hasonló a helyzet a $k = -1$, $k = -2$, $k = -3$ stb. esetekben is, de a fenti képletből ezekhez az erősítési irányokhoz az előbbiekkal megegyező abszolút értékű, de negatív szögek adódnak.

A $k = 0$ esetén a képletből bármely hullámhossznál $\alpha = 0$ adódik. Ennek megfelelően itt valamennyi színhez ugyanaz az erősítési irány tartozik, tehát a színek egymásra tevődnek. A szivárvány összes színének keveréke fehér fényt eredményez, ezért középen fehér színű erősítés látható.

A további megfigyelések szerint az interferenciaképből következtetni lehet a rács térbeli szerkezetére és a rácsot alkotó kis akadályok, illetve a nyílások alakjára is. Ez azonban már túlmutat a középiskolai ismereteken.

Mindezek jól láthatók a jelenségről készült előző fényképeken is. A most ismertetett jelenség számítógépes monitor, táblagép vagy telefon képernyőjén is megfigyelhető. Kivételt azok a típusok jelentenek, amelyekben valamilyen átlátszó, de matt felület borítja a képernyőt. Ezeken ez a felület megzavarja a szabályos interferenciakép kialakulását.

Monokróm fényforrással, például lézerrel még határozottabbak az erősítések irányai⁽²⁾. Mivel a lézerek által kibocsátott fény hullámhossza általában ismert, a fenti képlet segítségével mérések alapján meghatározható a képernyőnek, mint optikai rácsnak a rácsállandója. Vörös és zöld (esetleg kék) lézert használva a kapott értékek egymással is összehasonlíthatók.



⁽¹⁾ Ifj. Zátanyi Sándor: *A képernyő színes képpontjai üveggolyóval felnagyítva*

<http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0880.jpg>

⁽²⁾ Ifj. Zátanyi Sándor: *Mobiltelefon képernyőjéről visszaverődő zöld lézert fény interferenciája*

<http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0997.jpg>