

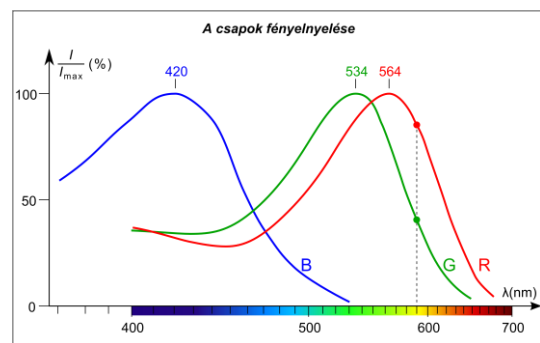
**ifj. Zátanyi Sándor:**

## Additív színkeverés egyszerűen

Az additív színkeverést rengeteg helyen alkalmazzák, az átlagemberek és diákok is mégis meglepően keveset tudnak róla. Ebben az írásban ennek az eljárásnak az elvi alapjait és néhány egyszerű, iskolai körülmények közt is könnyen levégezhető kísérletet szeretnék bemutatni. E kísérletek egy részét a Hévízen megrendezett 58. Országos Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató eszközkiallításán is bemutattam.

Newton óta tudjuk, hogy napfény fehér fénye összetett, és prizmaival a szivárvány színeire bontható. Az így létrejövő folytonos színeképben a szivárvány minden színárnyalata megtalálható, és a színek folytonosan mennek át egymásba. A folytonos színekép minden színárnyalathoz egy jól meghatározott hullámhossz tartozik.

A színekép (emberi szemmel) látható tartományában 380–750 nm hullámhosszúságú fény fordul elő. (A határok egyénekenként eltérőek és az életkorral is változnak.) A számtalan színárnyalatot szemünkben azonban csak háromféle érzékelősejt (csap) érzékeli. (A szemünkben található pálcikáknak nevezett érzékelősejtek bár jóval érzékenyebbek a csapoknál, de nem képesek a színeket megkülönböztetni.) A háromféle csap fényelnyelési görbéit az ábra mutatja. Látható hogy közülük az egyik az 564 nm hullámhosszúságú *vörös*, a másik az 534 nm hullámhosszúságú *zöld*, míg a harmadik a 420 nm hullámhosszúságú *kék* fényre a legérzékenyebb. (A továbbiakban emiatt a csapok három fajtáját a rövideg kedvéért *vörös*, *zöld* és *kék* csapoknak nevezem.) Megfigyelhető továbbá, hogy mindegyik fajta csap érzékeli az ezektől eltérő hullámhosszúságú fényeket is. Minél inkább eltér azonban a fény hullámhossza a maximális érzékenységhez tartozó értéktől, annál gyengébb a csap érzékenysége.

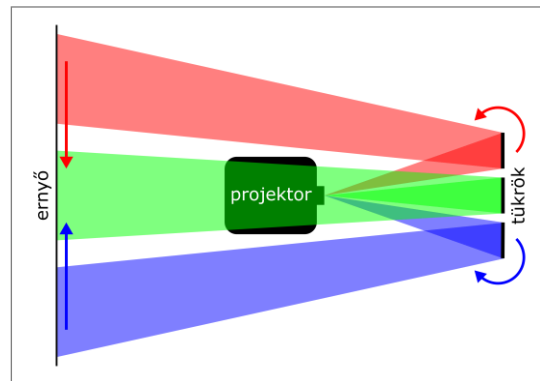


Ha például 590 nm hullámhosszúságú *sárga* fény jut a szemünkbe, akkor az a vörös és a zöld csapokat is ingerli, ezek eredményképpen pedig sárga színt észlelünk. Ugyanezt a sárga színérzetet azonban vörös és zöld fény megfelelő arányú additív keverékével is ki lehet váltani. Ha ugyanis a vörös és zöld fény keveréke ugyanolyan mértékben ingerli a vörös és zöld csapokat, mint a sárga fény, akkor agyunk nem képes különbséget tenni a vörös+zöld

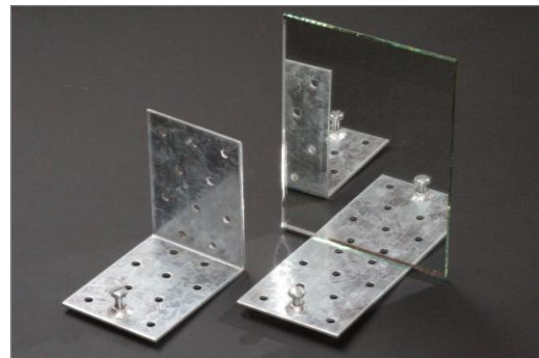
keverék, illetve a sárga között. Ugyanígy bármely spektrumszínnél meghatározható, hogy az milyen mértékben ingerli a vörös, zöld és kék csapokat. Három jól megválasztott egyszínű fény (vörös+zöld+kék) megfelelő arányú additív keverésével ugyanezek az ingerek kiválthatók, ennek eredményeként pedig az adott spektrumszínt észleljük.

A vörös+zöld+kék alapszínek additív keverésével állítják elő a színeket a televíziók, a monitorok, a mobiltelefonok és táblagépek képernyői. Ugyancsak ezen az elven működnek a számítógépes projektorok is.

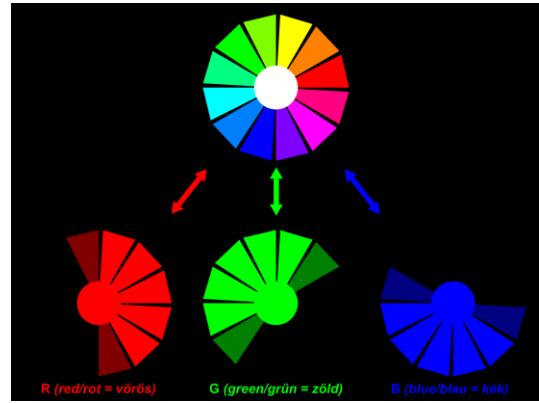
Az additív színkeverés egy projektor segítségével egyszerűen szemléltethető. Színezzük egy rajzolóprogrammal (pl. *Paint*) a képernyő egy-egy harmadát vörösre, zöldre és kékre! Vetítsük ki ezt a képet egy projektorral, és helyezzünk a kivetített fénynyaláb mindhárom tartományába egy-egy tükröt! A tükrökkel a három alapszín egy fehér ernyőre vetíthető. Ennek eredményeként az ernyőn egy vörös, egy zöld és egy kék fénypolt látható. A tükröket megfelelő helyzetbe forgatva elérhető például, hogy a vörös és a zöld fénypolt fedésbe kerüljön, ekkor az adott terület sárgának látjuk. Ugyanígy mutathatjuk be a zöld+kék additív keverésével a cían (zöldeskék), illetve a vörös+kék keverésével a magenta (lila) létrejöttét. Ha mindhárom fénypolt fedi egymást, akkor az ernyőn fehér foltot látunk.



A tükrök pontos beállításához érdemes három tükrötartót készíteni. Ezek alapanyaga a barkácsáruházakban kapható perforált, L alakú sarokösszekötő. Az egyik lapjának a végén lévő lyukba egy 4 mm átmérőjű csavart helyeztem, a belső oldalon pedig egy csavaranyával rögzítettem. Ezután az anyát a sarokösszekötőhöz forrasztottam, majd kicsavartam a csavart, és az ellenkező irányból újra becsavartam. A sarokösszekötő másik lapjához ragasztószalaggal (cellux, szigetelőszalag) felragasztottam a tükröt. A tükrő dőlésszöge a kép fel-le mozgatható, a kép jobbra-balra mozgatható pedig a tükrő elfordításával történhet.



A három alapszín fényerejét megváltoztatva más árnyalatok is kikeverhetők. Ez könnyen szemléltethető, ha a projektorral például az ábrán látható képet vetítjük ki. (Letölthető!) Ha a három tükörrel most az alsó részen látható vörös-zöld-kék ábrákat vetítjük a fehér ernyő ugyanazon helyére, akkor a felső részen látható ábra jelenik meg az ernyőn.



A kísérlethez a három tükört helyezzük egymás mellé úgy, hogy a tükröző felület az ernyő felé nézzen. A projektorral vetítsük a kép alsó részét a három tükörré úgy, hogy a vörös-zöld-kék összetevők egy-egy külön tükörré essenek. Állítsuk be a tüköröket úgy, hogy a kép három összetevőjét az ernyőre vetítsék. Állítsuk élesre a projektor által vetített képet! Az összetevőket pontosan fedésbe hozva az ábra felső részén látható kép jelenik meg az ernyőn. Ezen megfigyelhető, hogy a középső rész fehér, hiszen ezt a területet mindhárom alapszín megvilágítja. Érdekes az egyes szeleteknél az adott szín létrejöttét is elemezni. Például a sárga szín a vörös+zöld azonos arányú keverésekor jön létre. A narancs szín is e két szín keveréke, de a zöld összetevő fényereje itt kisebb.

A cikkben szereplő ábrák a LETÖLTHETŐ rovatban teljes méretben is elérhetők.

---

#### KAPCSOLÓDÓ INTERNETES HONLAPOK:

[http://www.fizkapu.hu/fiztan/toltes/t\\_0038.html](http://www.fizkapu.hu/fiztan/toltes/t_0038.html)