

Karantén szintan

Békésy Pál

Az emberek otthoni munkavégzés, tanulás, szabadság miatt amolyan önkéntes karanténba vonultak, hogy minél inkább csökkentsék az egymással való érintkezés gyakoriságát. Ebben az időszakban nehéz helyzetbe kerülnek a nyomdásztanulók, mert ez pont az a szakma, amit nem lehet otthonról gyakorolni. Nehéz a tanároknak is, hiszen nagyon kevés magyar nyelvű szakmai tankönyv érhető el. Ezzel a cikkkel kis segítséget szeretnék adni egy, a tapasztalat szerint nehezebben érhető témakör tárgyalásában.

HOGYAN MÉRHETŐ A SZÍNEZET?

A fény az elektromágneses sugárzás azon kicsiny része, melyet az emberi szem érzéklni tud. Önkényes a kiválasztás, kizárólag azt nevezzük színnek, amit az ember lát, nem foglalkozunk azokkal a sugárzásokkal, melyeket egyes állatok képesek csak érzéklni. A fizikában sokszor előfordul, hogy valamit nem tudunk közvetlenül mérni, más mennyiségből következtetünk rá. A színmérésnél is nem a szint mérjük közvetlenül, hanem a visszavert fényt, annak az erősségét, a reflexiós tényezőt. A reflexiós tényezőt úgy kapjuk meg, hogy megmérjük a felületről visszaverődő fény erősségét, majd azt összehasonlítjuk egy etalonról visszaverődő fény erősségével. A szín jellemzésére szolgáló színinger-összetevőket már matematikai úton kapjuk meg. Nézzük meg, hogyan!

SZÍNINGER-ÖSSZETEVŐK

A színinger-összetevőket az 1. képletcsoportban látott egyenletek kiszámításával kapjuk meg. Az üzemi gyakorlatban csak 400 nm és 700 nm közötti értékeket mérünk 10 nm-enként. Ez a pontosság a nyomdai méréseknél megfelelő szokott lenni.

$$\begin{aligned} X &= k \sum_{\lambda=400 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} \rho(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\ Y &= k \sum_{\lambda=400 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} \rho(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\ Z &= k \sum_{\lambda=400 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} \rho(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \end{aligned} \quad (1)$$

$$k = \sum_{\lambda=400 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} \frac{100}{\bar{y}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda}$$

ahol k = normalizáló faktor,
 $\rho(\lambda)$ = reflexiós tényező,
 $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ = CIE színinger-egyeztető függvények (2°-os),
 $S(\lambda)$ = CIE sugárzáseloszlás függvény
 $\Delta\lambda$ = lépésköz

Példánkban a CIE A sugárzáseloszlást fogjuk használni. A CIE 1931 színíngermérő észlelőhöz tartozó színinger-megfeleltető függvények CIE A sugárzáseloszlással súlyozott értékei 10 nm-enként a szabványban rögzítve lettek, így azt nem kell számolnunk, az 1. táblázatban felvettük mellé a mért minta reflektancia spektrumát.

A sötétebb színnel kiemelt mezőket tehát nem kell mérnünk, a mérésünk eredménye kizárólag a minta reflektancia spektruma. Ezeket a reflexiós tényezőket az 1. képletcsoportban látott számításnak megfelelően soronként meg kell szorozni a CIE A sugárzáseloszlás és a megfelelő színinger-megfeleltető függvény feltüntetett szorzatával, majd az összes eredményt össze kell adnunk.

Ha kiszámoljuk a k normalizáló faktor értékét, akkor annak értéke 1 lesz, ezért azt a képlet számolásánál elhagyhatjuk. A fenti egyszerű számolások eredménye a következők lesz:

$$\begin{aligned} X &= 53,689 \\ Y &= 32,400 \\ Z &= 2,412 \end{aligned}$$

A spektrofotométerről leolvasott értékek a következő oldalon láthatók:

1. táblázat. A CIE 1931 színíngermérő észlelőhöz tartozó színíngere-megfeleltető függvények CIE A sugárzáseloszlással súlyozott értékei, valamint a mért minta spektrális reflektanciája 10 nm-enként

Hullámhossz, nm	CIE A sugárzáseloszlásra			Minta spektrális reflektanciája
	$\bar{x}(\lambda) S(\lambda)$	$\bar{y}(\lambda) S(\lambda)$	$\bar{z}(\lambda) S(\lambda)$	
400	0,019	0,001	0,093	0,066
410	0,071	0,002	0,340	0,067
420	0,262	0,008	1,256	0,068
430	0,649	0,027	3,167	0,064
440	0,926	0,061	4,647	0,059
450	1,031	0,117	5,435	0,057
460	1,019	0,210	5,851	0,058
470	0,776	0,362	5,116	0,054
480	0,428	0,622	3,636	0,053
490	0,160	1,039	2,324	0,072
500	0,027	1,792	1,509	0,120
510	0,057	3,080	0,969	0,161
520	0,425	4,771	0,525	0,168
530	1,214	6,322	0,309	0,163
540	2,313	7,600	0,162	0,161
550	3,732	8,568	0,075	0,152
560	5,510	9,222	0,036	0,138
570	7,571	9,547	0,021	0,129
580	9,719	9,228	0,018	0,166
590	11,579	8,540	0,012	0,315
600	12,704	7,547	0,010	0,527
610	12,669	6,356	0,004	0,687
620	11,373	5,071	0,003	0,771
630	8,980	3,704	0,000	0,807
640	6,558	2,562	0,000	0,825
650	4,336	1,637	0,000	0,841
660	2,628	0,972	0,000	0,849
670	1,448	0,530	0,000	0,852
680	0,804	0,292	0,000	0,850
690	0,404	0,146	0,000	0,848
700	0,209	0,075	0,000	0,848

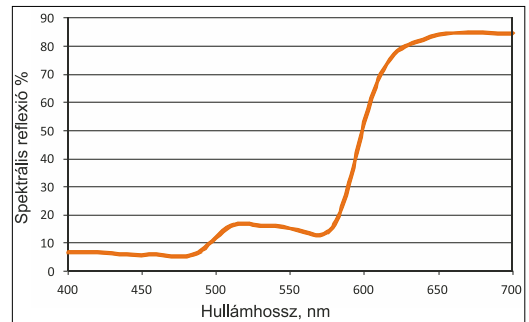
$X = 53,886$

$Y = 32,459$

$Z = 2,417$

amiből látható, hogy a műszer is ugyanezeket a számításokat végzi el, a memóriájába beégetett adatok alapján. Amennyiben a spektrofotométer beállításában a CIE A sugárzáseloszlást mondjuk CIE D65 sugárzáseloszlásra cseréljük, a kijelzőn az átszámított értékek jelennek meg, nem kell újabb mérést végeznünk. Tehát mi a színmérés során egyedül a $\rho(\lambda)$ értékét mérjük, minden más, a kalkulációhoz szükséges adat már rendelkezésre áll.

A visszaverési tényezőkből megrajzolhatjuk a minta spektrális teljesítményeloszlását is, ahogy az 1. ábrán látható. Az ábrát elemezve azt láthatjuk, hogy 500–580 nm között van kis emelkedés, de a görbe 580 nm felett meredeken emelkedik, tehát a narancssárga és a vörös tartományban, valószínűsíthető, hogy narancsos árnyalata lehet.



1. ábra. A mért minta spektrális teljesítményeloszlása

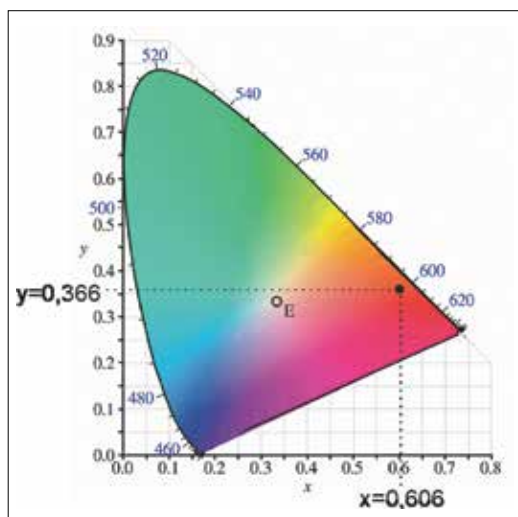
SZÍNINGER-KOORDINÁTÁK SZÁMÍTÁSA

Az XYZ színíngere-összetevőkből nem lehet következtetni a színezetre, de ki tudjuk számítani a színíngere-koordinátákat, s az eredmények alapján a CIE x, y színíngere-diagramban megtalálhatjuk a mért színezetet. A színíngere-koordináták a színíngere-összetevők és azok hányadosa, ahogy azt a 2-3. képleteken láthatjuk.

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad (2)$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad (3)$$

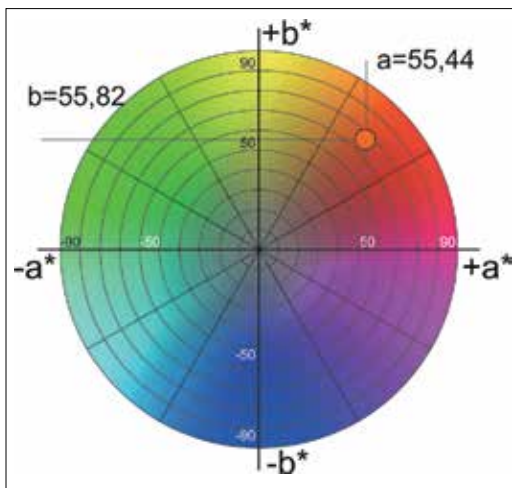
Az eredmények pedig a korábban kiszámított adatokból: $x = 0,606$ és $y = 0,366$. Ábrázoljuk a mért mintánkat a CIE x, y színíngendiagramban. Az eredményt a 2. ábrán láthatjuk, ami beigazolja, hogy a mintánk narancssárga. A probléma ezzel a patkóábrának is emlegetett diagrammal az, hogy az egyes színezetek távolsága, melyeket egymástól meg tudunk különböztetni, nem egyforma.



2. ábra. A mért színminta ábrázolása az x, y színíngersháromszögben

CIELAB SZÍNINGER-ÖSSZETEVŐK ÁBRÁZOLÁSA

Kiszámolhatjuk az XYZ színíngér-összetevőkből a CIELAB értékeket is, az XYZ és CIELAB színíngér-összetevők egymásra átválthatók. Erre a legegyszerűbb igénybe venni egy online átszámító oldal segítségét. A megkapott CIELAB értékeket ábrázolva a 3. ábrán megerősíti, hogy a mért színezet narancsos. A CIELAB értékek a következők: $L^* = 63,672$ $a^* = 50,439$ $b^* = 55,819$. Az



3. ábra. Színmintánk elhelyezkedése a CIELAB színtérben

L^* érték azt mutatja, hogy közepesen világos az árnyalata. A 3. ábrán látszik, hogy az egyes színezetek árnyalatai sokkal egyenletesebben oszlanak el a színtérben, mint a CIE x, y színíngendiagramban.

Érdeemes a CIELAB színteret tanulmányozni és a színárnyalatok elhelyezkedését memorizálni. Némi gyakorlás után bárki viszonylag könnyen megtudja mondani három CIELAB számérték megadása után, hogy körülbelül milyen színezetet takarnak a számok. Ez nagy segítség, amikor színezet mérünk, illetve a mérések eredménye alapján kell eldöntenünk, hogy milyen korrekcióra lesz szükség a nyomtatás során ahhoz, hogy a legkisebb színíngérkülönbséget kapjuk.

Bízunk abban, hogy ezzel az egyszerű példával könnyebben megérthető volt a spektrofotométer számolási mechanizmusa, valamint a színíngér-összetevők használata. A teszt az önkéntes karantén után is elérhető marad, érdemes időt szakítani a kitöltésre.





A QR-kód leolvasásával elérhető az online feladatlap, ami a válaszok helyességét is ellenőrzi, pontozza és a hibás válaszkönl a helyes megfejtést is elküldi a kitöltésnél megadott e-mail címre.

Gyakorló feladatok

Ahhoz, hogy egy témakört valaki jól elsajátítson, szükség van gyakorlásra is. Az alábbiakban néhány feladatot adunk. Akinek kedve van, próbálja megcsinálni őket. Az eredményeket a Facebook/Color csoportban vagy a Magyar Grafika szerkesztőségébe várjuk. A megoldásokat is a Color csoportban tesszük közzé. Ahhoz, hogy izgalmasabb legyen a gyakorlás, a feladatok mellett a kapható pontszámot is feltüntetjük, és le is osztályozzuk a megoldásokat. A virtuális osztályterem tehát a Color csoport lesz, ahol ellenőrizheti bárki, hogy milyen osztályzatot kaphatna.

A konverziókhöz javasolt weblap:

www.nixsensor.com/free-color-converter/, ahol az „XYZ range 0 to 1 if checked” ne legyen kikapálva. Más konvertáló oldalakon előfordulhat, hogy csak akkor kapunk megfelelő eredményt, ha az X, Y, Z értékeket elosztjuk 100-zal.

1. feladat: Ábrázolja az alábbi színezeteket a CIELAB színtérben, nevezze meg, milyen színezet lehet!

- a) $L^*84 a^*8 b^*80$ (2 p)
- b) $L^*60 a^*-26 b^*-33$ (2 p)
- c) $L^*49 a^*70 b^*51$ (2 p)

2. feladat: Adott egy színezet, melynek színínger-összetevői a következők: $X = 23,9476$, $Y = 31,2273$, $Z = 6,9156$.

- a) Számítsuk ki az x és y színínger-koordinátákat! (2 p)
- b) Számítsuk ki a CIELAB színínger-összetevőket, CIE D50 sugárzáseloszlást használva! (3 p)
- c) Ábrázoljuk a színezeteket a CIELAB színtérben, és nevezzük meg szóban! (2 p)

3. feladat: Egy színezet reflektancia spektruma spektrofotométerrel mérve a következő 400 nm és 700 nm között, 10 nm lépésközzel:

0,145516	0,184111	0,212439	0,223587
0,227218	0,212629	0,185985	0,154285
0,124374	0,101461	0,08282	0,064038
0,04807	0,040567	0,038365	0,034075
0,029061	0,028943	0,049246	0,165609
0,385775	0,577943	0,681476	0,725693
0,745029	0,760035	0,767574	0,771383
0,771588	0,771855	0,772068	

- a) Határozzuk meg az XYZ színínger-összetevőket CIE A sugárzáseloszlást használva! (6 p)
- b) Számítsuk ki az x és y színínger-koordinátákat! (2 p)
- c) Számítsuk ki a CIELAB színínger-összetevőket, CIE A sugárzáseloszlást használva! (3 p)
- d) Ábrázoljuk a színezeteket a CIELAB színtérben, és nevezzük meg szóban! (2 p)

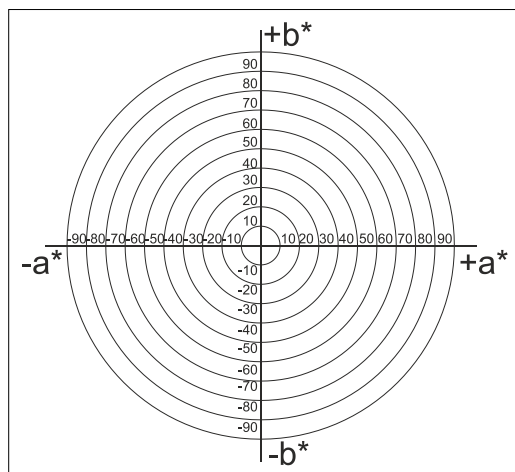
A 3. feladathoz segítségként egy Excel-táblázat letölthető az alábbi helyről:



A feladatok megoldásánál NE vegyük elő segítségül a Magyar Grafika Karantén szinten c. cikkben szereplő 3. ábrát, próbáljuk inkább a gyakorlás előtt rövid ideig memorizálni a kiszínezett CIELAB színtér ábráját, majd a gyakorló feladatok Gy1. ábráján jelöljük be a megoldást! Kellemes gyakorlást!

Értékelés:

6–8 pont 2-es 17–22 pont 4-es
9–16 pont 3-as 23–26 pont 5-ös



Gy1. ábra. A gyakorláshoz használandó CIELAB színtér ábrája