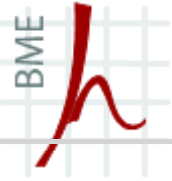


# GYAKORLÓ FELADATOK

*Színmérés, színkeverés CIE RGB és CIE XYZ rendszerben*



# Színmérés, színkeverés alapelvek

## Kiindulás (Grassmann törvény):

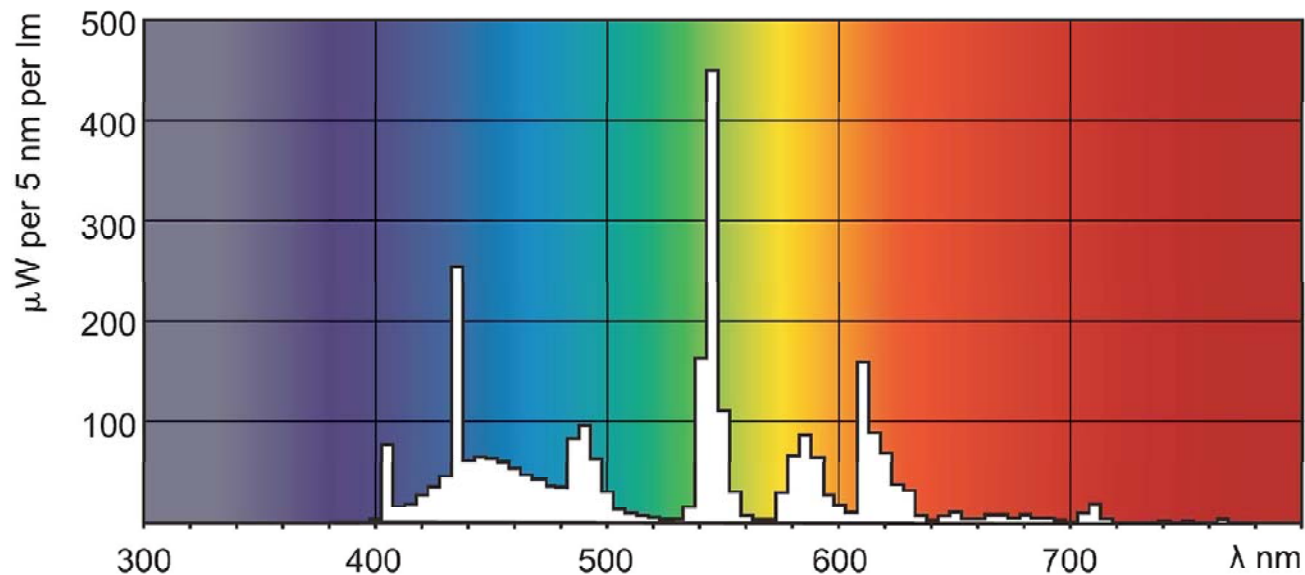
Két, tetszőleges spektrális eloszlású színinger eredőjének színkoordinátái a két színinger színkoordinátáinak összegéből számítható a CIE RGB és a CIE XYZ rendszerben.

# Folytonos és diszkrét spektrum

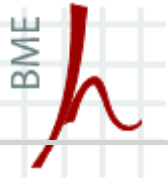
A monokromatikus fényforrások spektruma egy vonalból áll.

A nem tisztán monokromatikus, valós fényforrások spektruma folytonos.

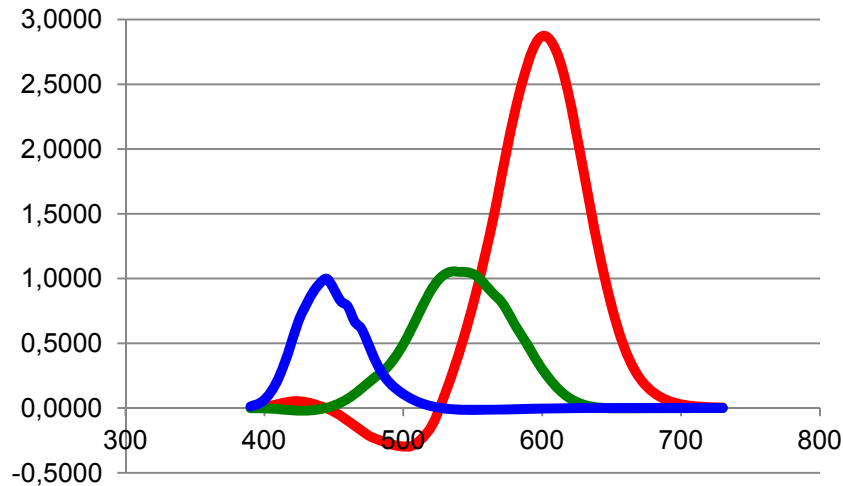
A fotometriai mérések 5nm vagy 10nm felbontású ún. diszkrét spektrumot eredményeznek, a színmérő rendszerek (pl. színösszetevő függvények is ilyen hullámhossz felbontásban vannak általában megadva



Egy adott fényeloszlás diszkrét (5nm felbontású) spektruma



# Színmérés a CIE RGB rendszerben



Színösszetevő függvények

$$\bar{r}(\lambda), \bar{g}(\lambda), \bar{b}(\lambda)$$

Színinger spektrális eloszlása

$$\phi(\lambda)$$

Színkoordináták

R, G, B

Színkoordináták meghatározása:

~~$$R = \int \phi(\lambda) \bar{r}(\lambda) d\lambda \approx \sum \phi(\lambda_i) \bar{r}(\lambda_i)$$
$$G = \int \phi(\lambda) \bar{g}(\lambda) d\lambda \approx \sum \phi(\lambda_i) \bar{g}(\lambda_i)$$
$$B = \int \phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda \approx \sum \phi(\lambda_i) \bar{b}(\lambda_i)$$~~

Monokromatikus összetevőket tartalmazó (diszkrét) eloszlás esetén a színkoordináták egyszerű összegzéssel számíthatók, az összetevőknek megfelelő  $\lambda_i$  hullámhosszokon

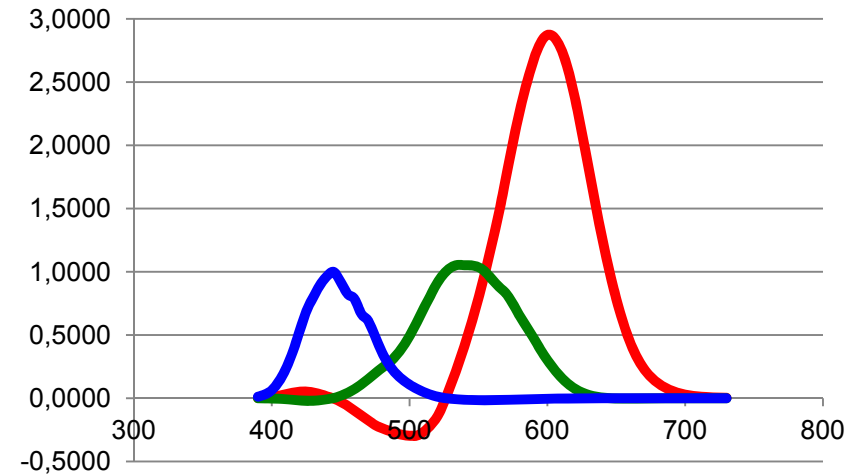


# 1. Példa – színmérés a CIE RGB rendszerben

$$R = \sum \varphi(\lambda_i) \bar{r}(\lambda_i)$$

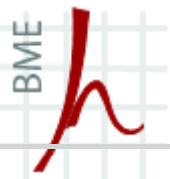
$$G = \sum \varphi(\lambda_i) \bar{g}(\lambda_i)$$

$$B = \sum \varphi(\lambda_i) \bar{b}(\lambda_i)$$



Álljon a  $\Phi(\lambda)$  spektrális eloszlás két azonos intenzitású monokromatikus komponensből:

500 nm és 600 nm hullámhosszú komponensekből



# 1. Példa – színmérés a CIE RGB rendszerben

$$\phi(500 \text{ nm}) = 1$$

$$\phi(600 \text{ nm}) = 1$$

máshol  $\Phi(\lambda) = 0$  !

$$\bar{r}(500 \text{ nm}) = -0,2950$$

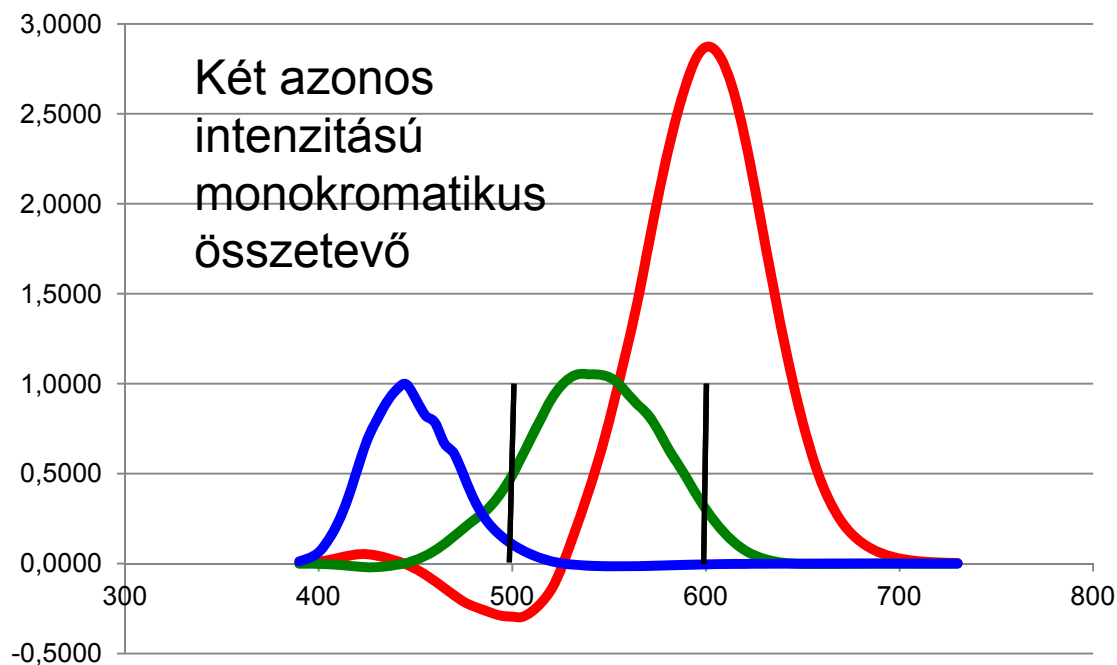
$$\bar{g}(500 \text{ nm}) = 0,4906$$

$$\bar{b}(500 \text{ nm}) = 0,1075$$

$$\bar{r}(600 \text{ nm}) = 2,8717$$

$$\bar{g}(600 \text{ nm}) = 0,3007$$

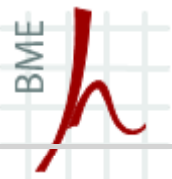
$$\bar{b}(600 \text{ nm}) = -0,0043$$



$$R = \phi(500 \text{ nm})\bar{r}(500 \text{ nm}) + \phi(600 \text{ nm})\bar{r}(600 \text{ nm})$$

$$G = \phi(500 \text{ nm})\bar{g}(500 \text{ nm}) + \phi(600 \text{ nm})\bar{g}(600 \text{ nm})$$

$$B = \phi(500 \text{ nm})\bar{b}(500 \text{ nm}) + \phi(600 \text{ nm})\bar{b}(600 \text{ nm})$$



# 1. Példa – színmérés a CIE RGB rendszerben

$$\phi(500 \text{ nm}) = 1$$

$$\phi(600 \text{ nm}) = 1$$

máshol  $\Phi(\lambda) = 0$  !

$$\bar{r}(500 \text{ nm}) = -0,2950$$

$$\bar{g}(500 \text{ nm}) = 0,4906$$

$$\bar{b}(500 \text{ nm}) = 0,1075$$

$$\bar{r}(600 \text{ nm}) = 2,8717$$

$$\bar{g}(600 \text{ nm}) = 0,3007$$

$$\bar{b}(600 \text{ nm}) = -0,0043$$

$$R = \phi(500 \text{ nm})\bar{r}(500 \text{ nm}) + \phi(600 \text{ nm})\bar{r}(600 \text{ nm})$$

$$G = \phi(500 \text{ nm})\bar{g}(500 \text{ nm}) + \phi(600 \text{ nm})\bar{g}(600 \text{ nm})$$

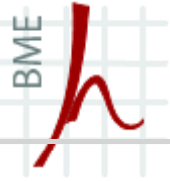
$$B = \phi(500 \text{ nm})\bar{b}(500 \text{ nm}) + \phi(600 \text{ nm})\bar{b}(600 \text{ nm})$$

tehát

$$R = 1 \cdot (-0,2950) + 1 \cdot 2,8717 = 2,5767$$

$$G = 1 \cdot 0,4906 + 1 \cdot 0,3007 = 0,7913$$

$$B = 1 \cdot 0,1075 + 1 \cdot (-0,0043) = 0,1032$$



## 2. Példa – színkeverés a CIE RGB rendszerben

$$R = \sum \varphi(\lambda_i) \bar{r}(\lambda_i)$$

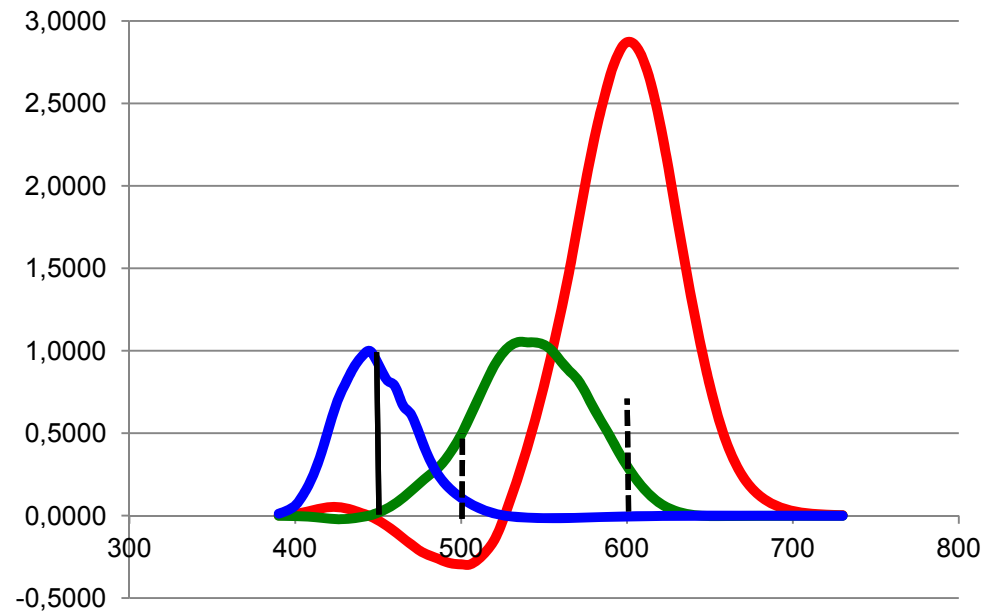
$$G = \sum \varphi(\lambda_i) \bar{g}(\lambda_i)$$

$$B = \sum \varphi(\lambda_i) \bar{b}(\lambda_i)$$

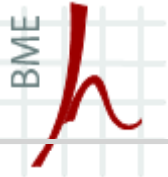
Álljon a  $\Phi_1(\lambda)$  spektrális eloszlású színinger egy monokromatikus komponensből, máshol  $\Phi_1(\lambda)=0$   
 $\Phi_1(450\text{nm})=1$

Álljon a  $\Phi_2(\lambda)$  spektrális eloszlású színinger két monokromatikus komponensből, máshol  $\Phi_2(\lambda)=0$   
 $\Phi_2(500\text{nm})=0.5$   
 $\Phi_2(600\text{nm})=0.75$

(különböző intenzitások!)







## 2. Példa – színkeverés a CIE RGB rendszerben

$$R = \sum \varphi(\lambda_i) \bar{r}(\lambda_i)$$

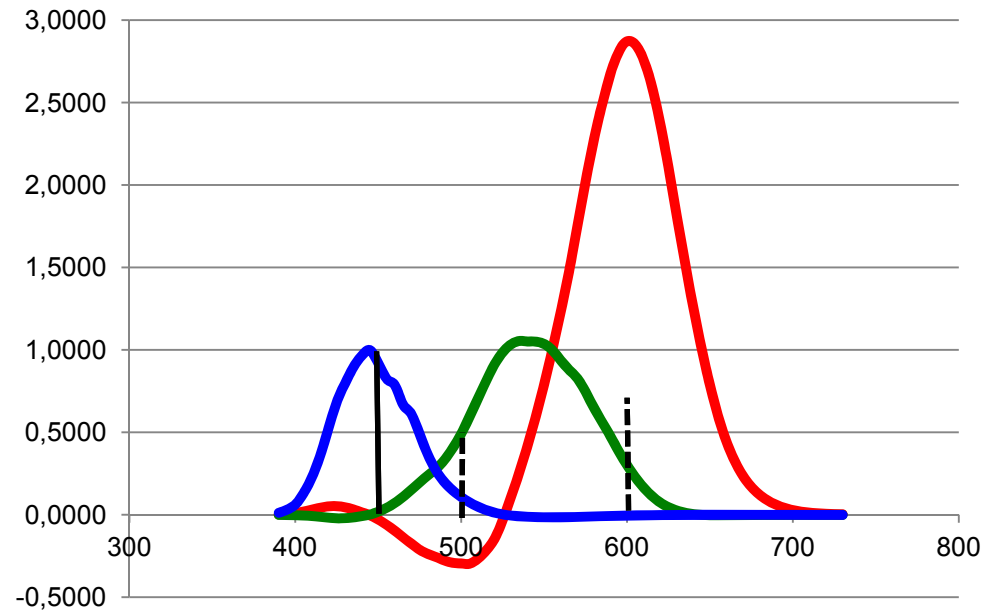
$$G = \sum \varphi(\lambda_i) \bar{g}(\lambda_i)$$

$$B = \sum \varphi(\lambda_i) \bar{b}(\lambda_i)$$

$$\Phi_1(450\text{nm})=1$$

$$\Phi_2(500\text{nm})=0.5$$

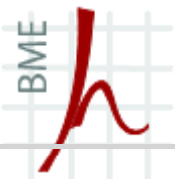
$$\Phi_2(600\text{nm})=0.75$$



$$R = R_1 + R_2 = \phi_1(450\text{nm})\bar{r}(450\text{nm}) + \phi_2(500\text{nm})\bar{r}(500\text{nm}) + \phi_2(600\text{nm})\bar{r}(600\text{nm})$$

$$G = G_1 + G_2 = \phi_1(450\text{nm})\bar{g}(450\text{nm}) + \phi_2(500\text{nm})\bar{g}(500\text{nm}) + \phi_2(600\text{nm})\bar{g}(600\text{nm})$$

$$B = G_1 + G_2 = \phi_1(450\text{nm})\bar{b}(450\text{nm}) + \phi_2(500\text{nm})\bar{b}(500\text{nm}) + \phi_2(600\text{nm})\bar{b}(600\text{nm})$$



## 2. Példa – színkeverés a CIE RGB rendszerben

$$\bar{r}(450\text{nm}) = -0,0291$$

$$\bar{g}(450\text{nm}) = 0,0196$$

$$\bar{b}(450\text{nm}) = 0,9188$$

$$\bar{r}(500\text{nm}) = -0,2950$$

$$\bar{g}(500\text{nm}) = 0,4906$$

$$\bar{b}(500\text{nm}) = 0,1075$$

$$\bar{r}(600\text{nm}) = 2,8717$$

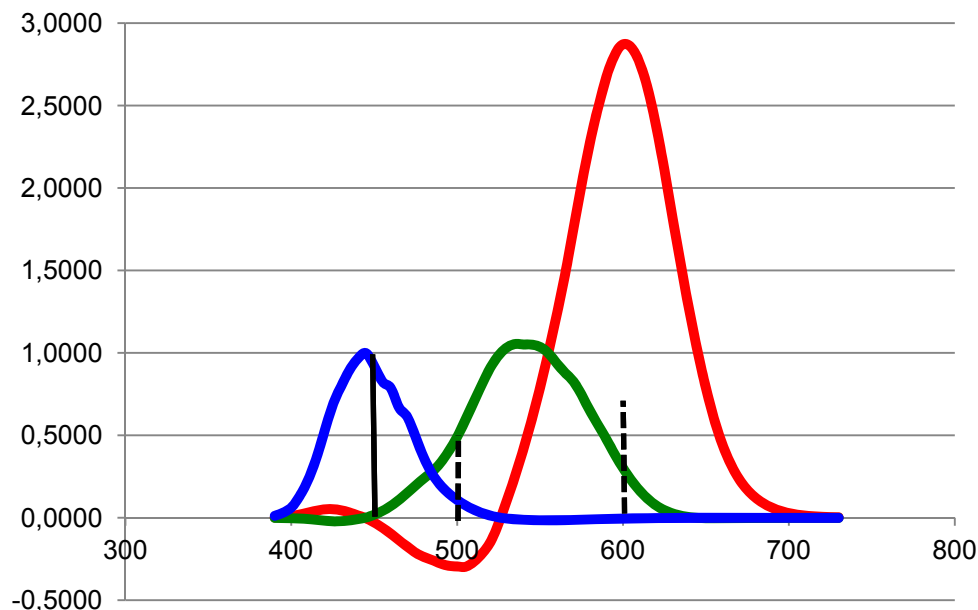
$$\bar{g}(600\text{nm}) = 0,3007$$

$$\bar{b}(600\text{nm}) = -0,0043$$

$$\Phi_1(450\text{nm}) = 1$$

$$\Phi_2(500\text{nm}) = 0.5$$

$$\Phi_2(600\text{nm}) = 0.75$$



$$R = R_1 + R_2 = \phi_1(450\text{nm})\bar{r}(450\text{nm}) + \phi_2(500\text{nm})\bar{r}(500\text{nm}) + \phi_2(600\text{nm})\bar{r}(600\text{nm})$$

$$G = G_1 + G_2 = \phi_1(450\text{nm})\bar{g}(450\text{nm}) + \phi_2(500\text{nm})\bar{g}(500\text{nm}) + \phi_2(600\text{nm})\bar{g}(600\text{nm})$$

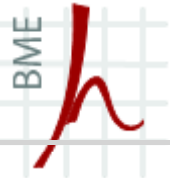
$$B = G_1 + G_2 = \phi_1(450\text{nm})\bar{b}(450\text{nm}) + \phi_2(500\text{nm})\bar{b}(500\text{nm}) + \phi_2(600\text{nm})\bar{b}(600\text{nm})$$

tehát

$$R = R_1 + R_2 = 1 \cdot (-0,0291) + 0,5 \cdot (-0,2950) + 0,75 \cdot 2,8717 = 1,977145$$

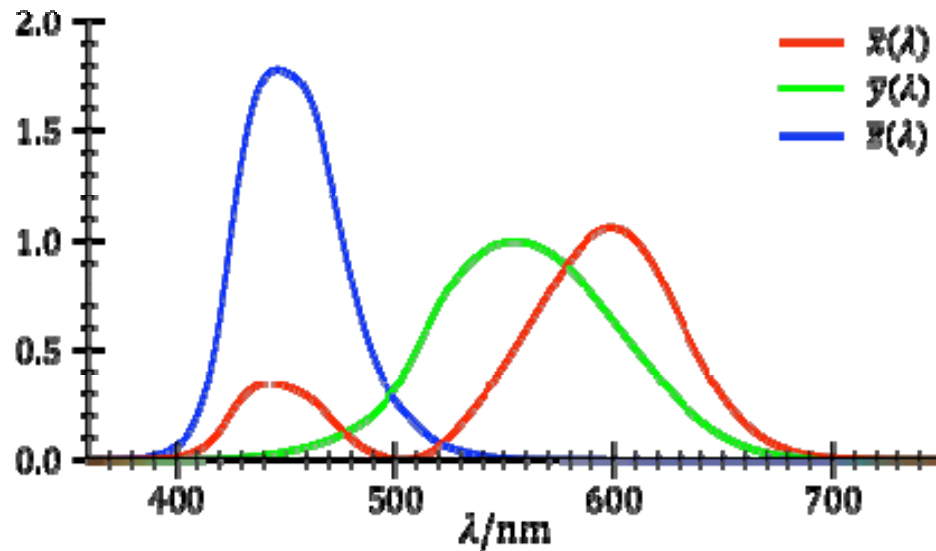
$$G = G_1 + G_2 = 1 \cdot 0,0196 + 0,5 \cdot 0,4906 + 0,75 \cdot 0,3007 = 0,4904275$$

$$B = G_1 + G_2 = 1 \cdot 0,9188 + 0,5 \cdot 0,1075 + 0,75 \cdot (-0,0043) = 0,969289275$$



### 3. Példa – színkeverés a CIE XYZ rendszerben

Alapelvek ugyanazok, mint a CIE RGB színkeverésnél



Színösszetevő függvények

$$\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$$

Színínger spektrális eloszlása

$$\phi(\lambda)$$

Színkoordináták

X, Y, Z

Színkoordináták meghatározása:

$$X = k \int \phi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \approx k \sum \phi(\lambda_i) \bar{x}(\lambda_i)$$

$$Y = k \int \phi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \approx k \sum \phi(\lambda_i) \bar{y}(\lambda_i)$$

$$Z = k \int \phi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \approx k \sum \phi(\lambda_i) \bar{z}(\lambda_i)$$

k értékét általában úgy választjuk meg hogy

$$k = \frac{1}{\sum \bar{y}(\lambda_i)} \text{ vagy } k = \frac{100}{\sum \bar{y}(\lambda_i)}$$

### 3. Példa – színkeverés a CIE XYZ rendszerben

Álljon a  $\Phi(\lambda)$  spektrális eloszlás ismét az 1. példa két azonos intenzitású monokromatikus komponenséből: 500 nm és 600 nm hullámhosszú komponensekből, máshol  $\Phi(\lambda)=0$  !

$$\phi(500\text{ nm}) = 1$$

$$\phi(600\text{ nm}) = 1$$

$$\bar{x}(500\text{ nm}) = 0,0049$$

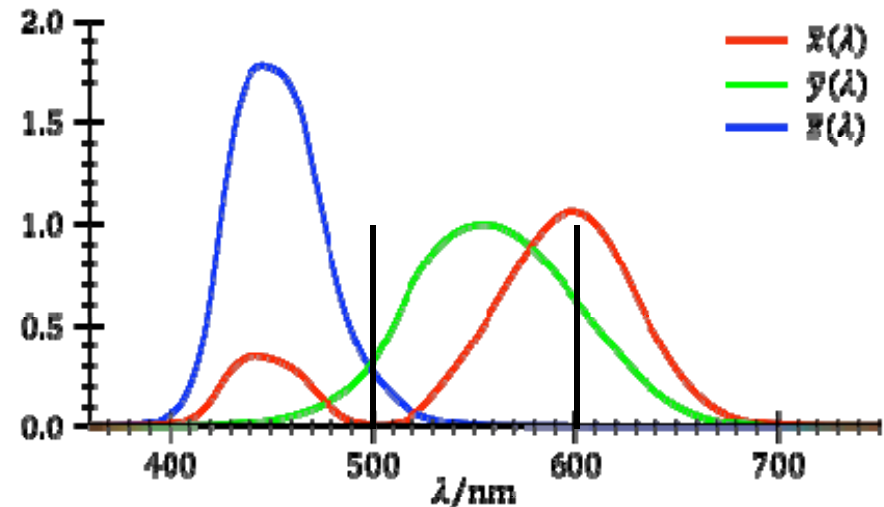
$$\bar{y}(500\text{ nm}) = 0,323$$

$$\bar{z}(500\text{ nm}) = 0,272$$

$$\bar{x}(600\text{ nm}) = 1,0622$$

$$\bar{y}(600\text{ nm}) = 0,631$$

$$\bar{z}(600\text{ nm}) = 0,0008$$



$$X = k \cdot [\phi(500\text{ nm})\bar{x}(500\text{ nm}) + \phi(600\text{ nm})\bar{x}(600\text{ nm})] = k \cdot 1,0671$$

$$Y = k \cdot [\phi(500\text{ nm})\bar{y}(500\text{ nm}) + \phi(600\text{ nm})\bar{y}(600\text{ nm})] = k \cdot 0,954$$

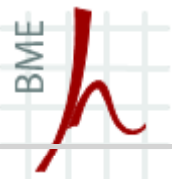
$$Z = k \cdot [\phi(500\text{ nm})\bar{z}(500\text{ nm}) + \phi(600\text{ nm})\bar{z}(600\text{ nm})] = k \cdot 0,2728$$

k értékét nem számoljuk ki !

$$X = k \cdot 1,0671$$

$$Y = k \cdot 0,954$$

$$Z = k \cdot 0,2728$$



### 3. Példa – színkeverés a CIE XYZ rendszerben

Ábrázoljuk a színingert a CIE xy színdiagramban !

$$X = k \cdot 1,0671$$

$$Y = k \cdot 0,954$$

$$Z = k \cdot 0,2728$$

Innentől k-t hagyjuk el, mert úgy is kiesik !

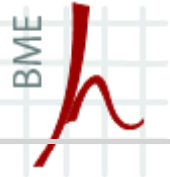
$$m = X + Y + Z = 1,0671 + 0,954 + 0,2728 = 2,2939 \quad \text{Kiszámoljuk a modulust}$$

$$x = \frac{X}{m} = 0,465190287$$

Osztunk a modulussal

$$y = \frac{Y}{m} = 0,41588561$$

A CIE xy koordináta egyértelműen kijelöli a színinger helyét a CIE színdiagramon (a z koordinátára nincs szükség a 2D-re vetítés miatt)



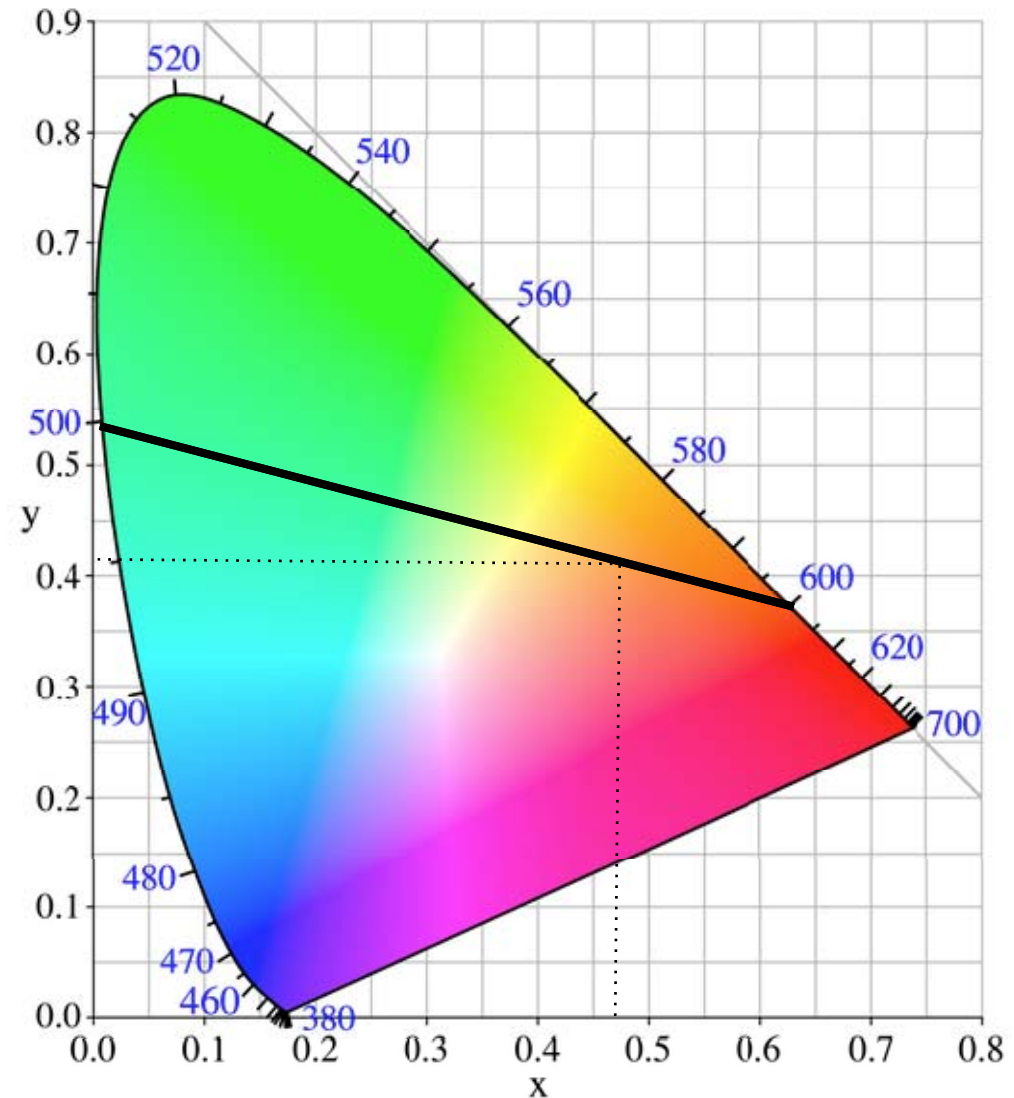
### 3. Példa – színkeverés a CIE XYZ rendszerben

Ábrázoljuk a színingert a CIE xy színdiagramban !

$$x = \frac{X}{m} = 0,465190287$$

$$y = \frac{Y}{m} = 0,41588561$$

Látható, hogy az xy koordináta által kijelölt pont valóban az 500nm és 600 nm-es spektrálszíneket összekötő egyenesen helyezkedik el



## 4. Példa – színkeverés a CIE XYZ rendszerben

Nézzük ismét a 2. példát: álljon a  $\Phi_1(\lambda)$  spektrális eloszlású színinger egy monokromatikus komponensből

$\Phi_1(450\text{nm})=1$ , máshol  $\Phi_1(\lambda)=0$

Álljon a  $\Phi_2(\lambda)$  spektrális eloszlású színinger két monokromatikus komponensből

$\Phi_2(500\text{nm})=0.5$

$\Phi_2(600\text{nm})=0.75$ , máshol  $\Phi_2(\lambda) = 0$

$$\bar{x}(450\text{nm}) = 0,3362$$

$$\bar{y}(450\text{nm}) = 0,038$$

$$\bar{z}(450\text{nm}) = 1,77211$$

$$\bar{x}(500\text{nm}) = 0,0049$$

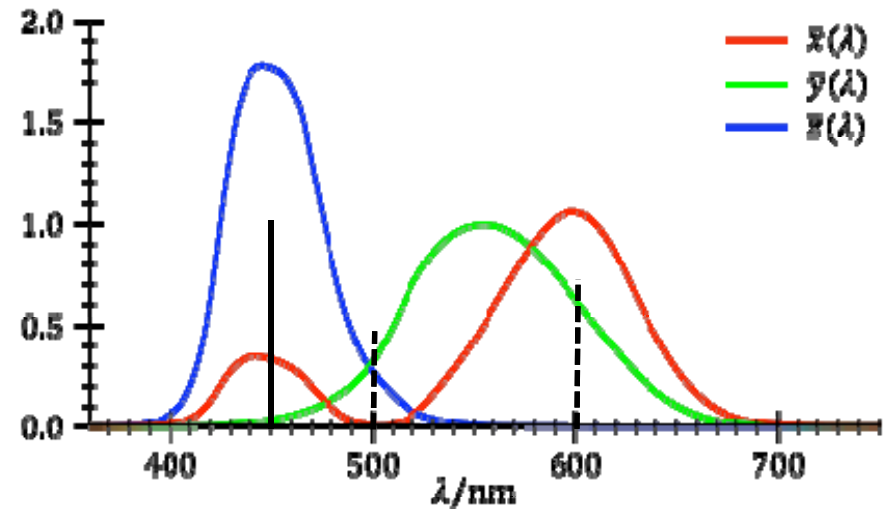
$$\bar{y}(500\text{nm}) = 0,323$$

$$\bar{z}(500\text{nm}) = 0,272$$

$$\bar{x}(600\text{nm}) = 1,0622$$

$$\bar{y}(600\text{nm}) = 0,631$$

$$\bar{z}(600\text{nm}) = 0,0008$$



$$X = X_1 + X_2 = k \cdot [\phi(450\text{nm})\bar{x}(450\text{nm}) + \phi(500\text{nm})\bar{x}(500\text{nm}) + \phi(600\text{nm})\bar{x}(600\text{nm})] = k \cdot 1,1353$$

$$Y = Y_1 + Y_2 = k \cdot [\phi(450\text{nm})\bar{y}(450\text{nm}) + \phi(500\text{nm})\bar{y}(500\text{nm}) + \phi(600\text{nm})\bar{y}(600\text{nm})] = k \cdot 0,67275$$

$$Z = Z_1 + Z_2 = k \cdot [\phi(450\text{nm})\bar{z}(450\text{nm}) + \phi(500\text{nm})\bar{z}(500\text{nm}) + \phi(600\text{nm})\bar{z}(600\text{nm})] = k \cdot 1,90871$$

$k$  értékét nem számoljuk ki !

$$X = k \cdot 1,1353$$

$$Y = k \cdot 0,67275$$

$$Z = k \cdot 1,90871$$

# A CIE XYZ tér síkbeli leképzése

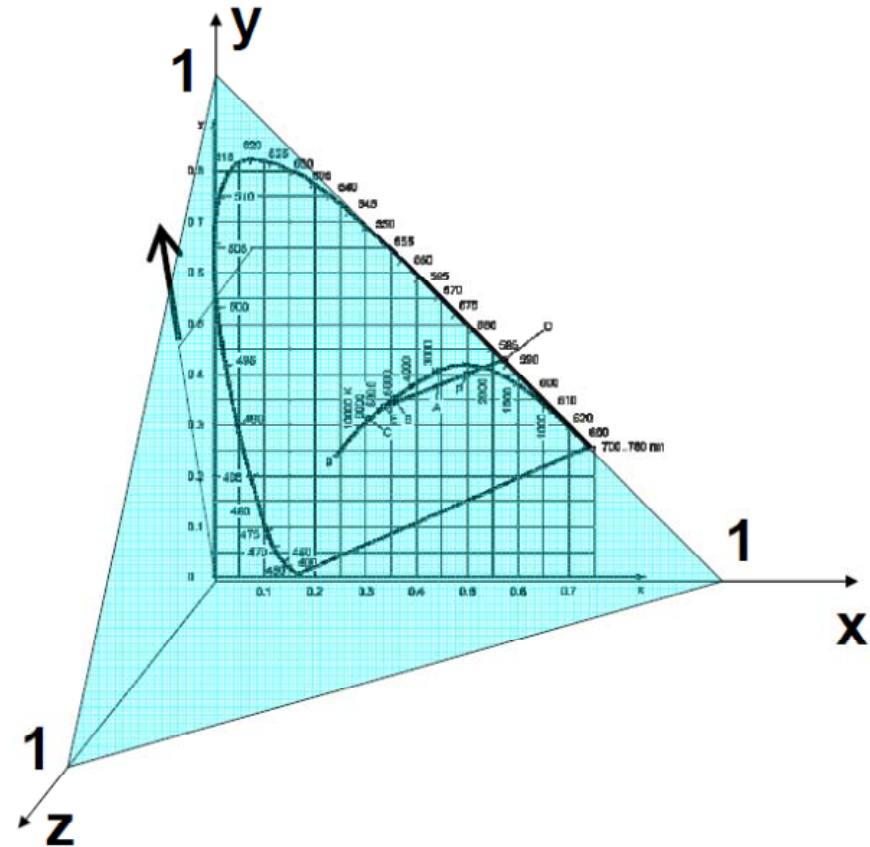
$$x = \frac{X}{X+Y+Z} = \frac{X}{m}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z} = \frac{Y}{m}$$

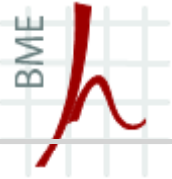
$$z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

A modulussal való osztással az *egységsíkra* vetítettük a színeket, vagyis arra a síkra, amely az egységnyi modulusú színeket ábrázolja

Ha az egységsíkot a z tengely irányából az x-y síkra vetítjük, megkapjuk a *CIE színdiagramot*







## 4. Példa – színkeverés a CIE XYZ rendszerben

Ábrázoljuk a színingert a CIE xy színdiagramban !

$$X = k \cdot 1,1353$$

$$Y = k \cdot 0,67275$$

$$Z = k \cdot 1,90871$$

Innentől k-t elhagyjuk !

$$m = X + Y + Z = 3,71676$$

$$x = \frac{X}{m} = 0,305454213$$

$$y = \frac{Y}{m} = 0,181004423$$

Kiszámoljuk a modulust

Osztunk a modulussal

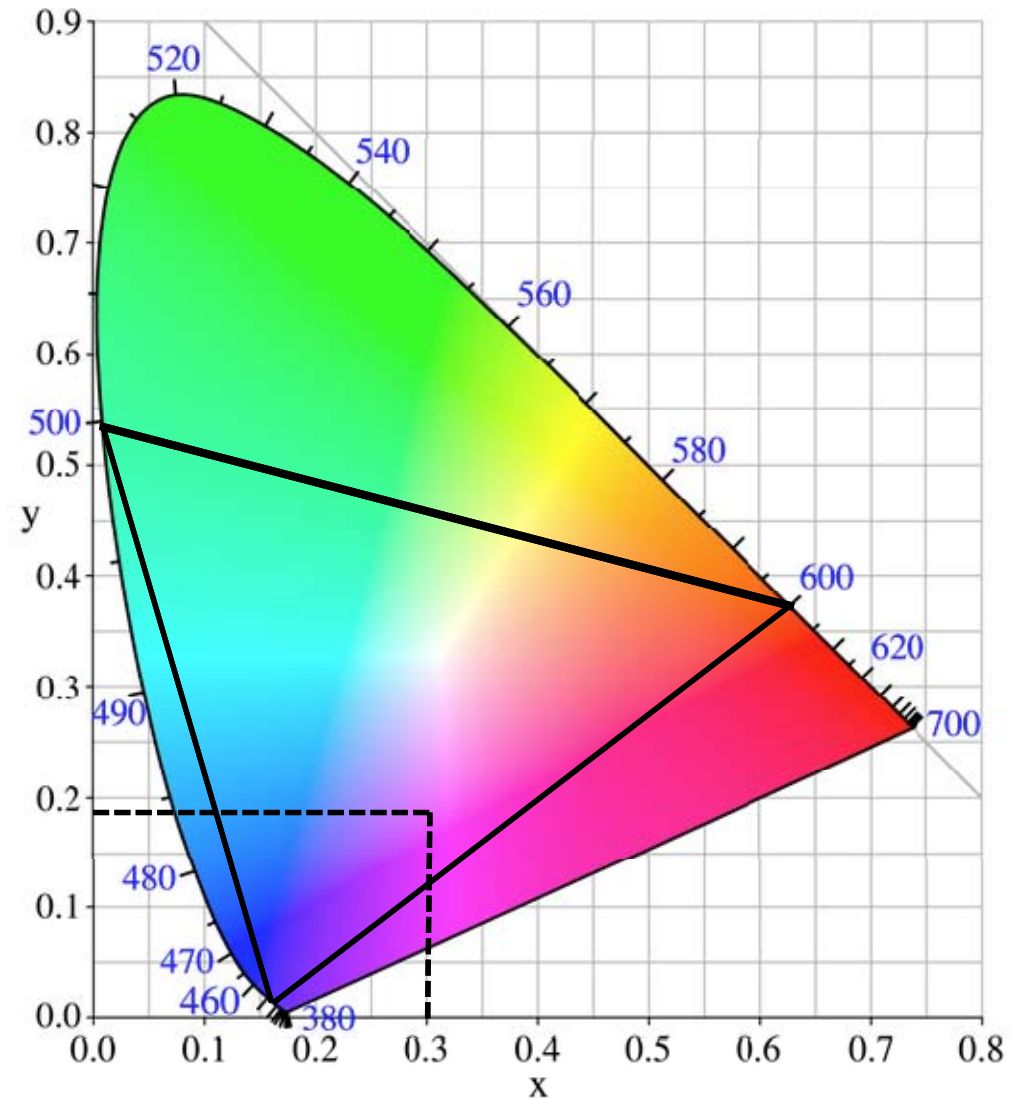
## 4. Példa – színkeverés a CIE XYZ rendszerben

Ábrázoljuk a színingert a CIE xy színdiagramban !

$$x = \frac{X}{m} = 0,305454213$$

$$y = \frac{Y}{m} = 0,181004423$$

Látható, hogy az xy koordináta által kijelölt pont a 450nm, 500nm és 600 nm-es spektrálszíneket összekötő háromszögön belül helyezkedik el



## 5. Példa – Megvilágítás hatása (CIE XYZ színmérés)

A szemünkbe érkező  $\Phi(\lambda)$  spektrális eloszlású színinger legyen egy adott megvilágítású tárgyról visszaverődött fény. Ebben az esetben

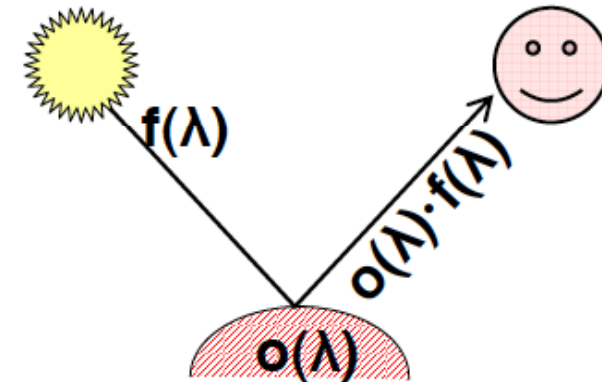
$$\Phi(\lambda) = o(\lambda) f(\lambda)$$

Ahol

$f(\lambda)$  a fényforrás spektrális eloszlása

$o(\lambda)$  a tárgy (felület) hullámhossz-függő visszaverőképességét jellemző spektrális eloszlás

(a test saját sugárzásától eltekintünk)



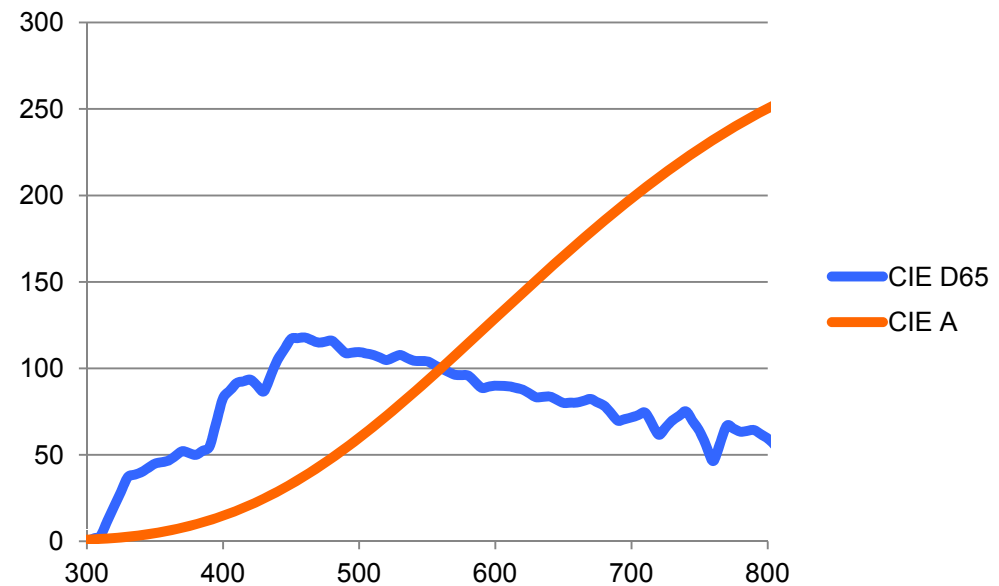
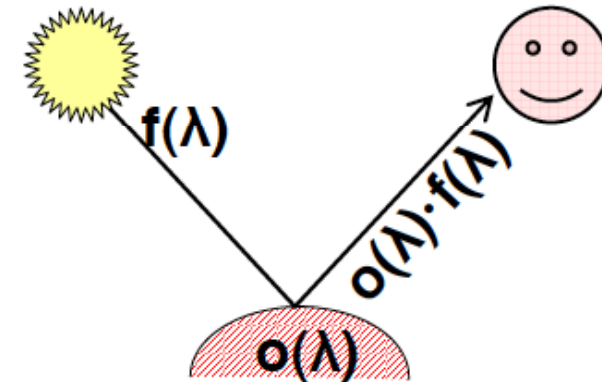
## 5. Példa – Megvilágítás hatása (CIE XYZ színmérés)

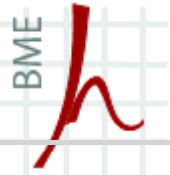
$$\Phi(\lambda) = o(\lambda) f(\lambda)$$

Legyen a test olyan, hogy csak az 500 nm és 600 nm hullámhosszúságú komponenseket veri vissza, azonos intenzitással

Tehát  $o(500\text{nm})=1$  és  $o(600\text{nm})=1$ , máshol  $o(\lambda)=0$

**Legyen  $f(\lambda)$  először a CIE A sugáreloszlás**





## 5. Példa – Megvilágítás hatása (CIE XYZ színmérés)

$$\Phi(\lambda) = o(\lambda)f(\lambda)$$

$$o(500\text{nm}) = 1$$
$$o(600\text{nm}) = 1,$$

Legyen  $f(\lambda)$  a CIE A sugáreloszlás

$$\bar{x}(500\text{nm}) = 0,0049$$

$$\bar{y}(500\text{nm}) = 0,323$$

$$\bar{z}(500\text{nm}) = 0,272$$

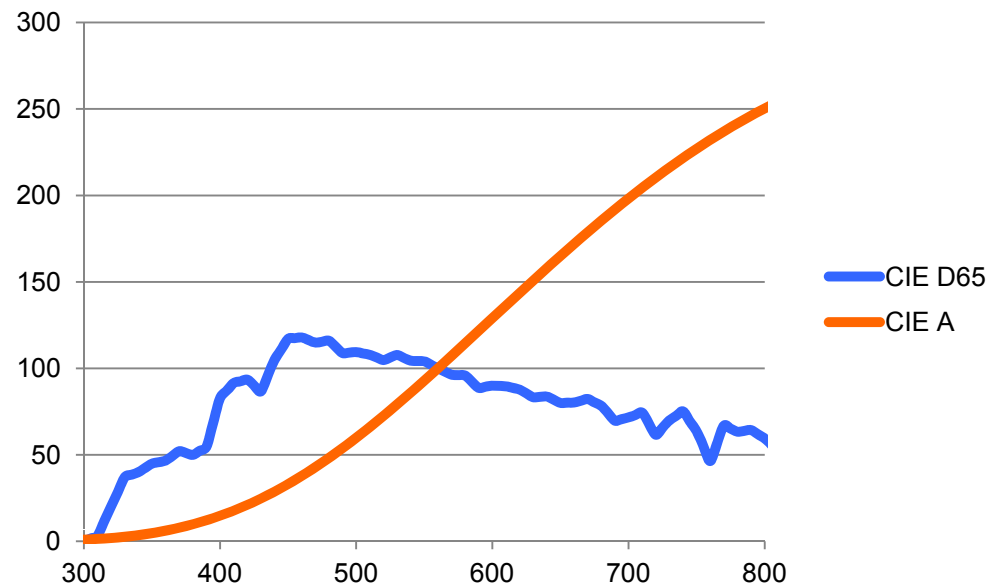
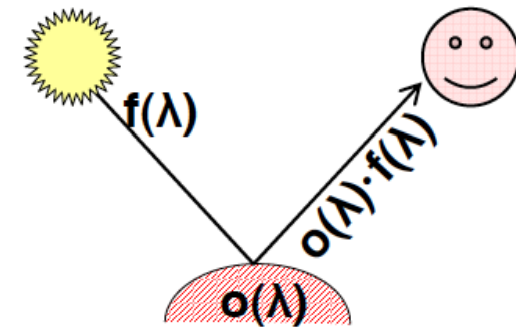
$$\bar{x}(600\text{nm}) = 1,0622$$

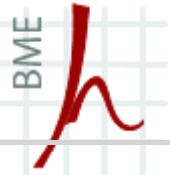
$$\bar{y}(600\text{nm}) = 0,631$$

$$\bar{z}(600\text{nm}) = 0,0008$$

$$f_{CIEA}(500\text{nm}) = 59,8611$$

$$f_{CIEA}(600\text{nm}) = 129,043$$





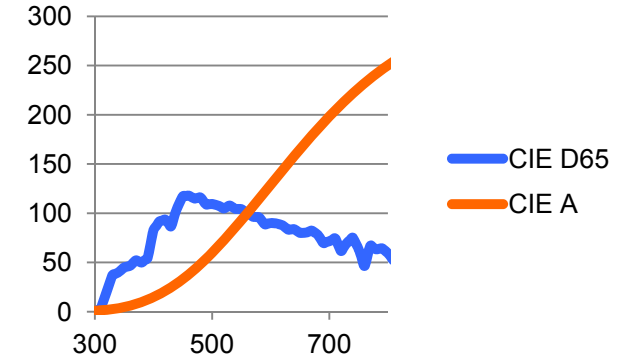
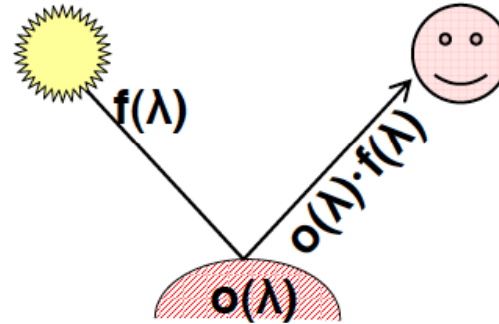
## 5. Példa – Megvilágítás hatása (CIE XYZ színmérés)

$$\Phi(\lambda) = o(\lambda) f(\lambda)$$

$$o(500\text{nm}) = 1$$

$$o(600\text{nm}) = 1,$$

Legyen  $f(\lambda)$  a CIE A sugáreloszlás



$$\bar{x}(500\text{nm}) = 0,0049$$

$$\bar{y}(500\text{nm}) = 0,323$$

$$\bar{z}(500\text{nm}) = 0,272$$

$$\bar{x}(600\text{nm}) = 1,0622$$

$$\bar{y}(600\text{nm}) = 0,631$$

$$\bar{z}(600\text{nm}) = 0,0008$$

$$f_{CIEA}(500\text{nm}) = 59,8611$$

$$f_{CIEA}(600\text{nm}) = 129,043$$

$$X = k \cdot \left[ \overbrace{f_{CIEA}(500\text{nm}) \alpha(500\text{nm}) \bar{x}(500\text{nm})}^{\Phi(500\text{nm})} + \overbrace{f_{CIEA}(600\text{nm}) \alpha(600\text{nm}) \bar{x}(600\text{nm})}^{\Phi(600\text{nm})} \right]$$

$$Y = k \cdot \left[ f_{CIEA}(500\text{nm}) \alpha(500\text{nm}) \bar{y}(500\text{nm}) + f_{CIEA}(600\text{nm}) \alpha(600\text{nm}) \bar{y}(600\text{nm}) \right]$$

$$Z = k \cdot \left[ f_{CIEA}(500\text{nm}) \alpha(500\text{nm}) \bar{z}(500\text{nm}) + f_{CIEA}(600\text{nm}) \alpha(600\text{nm}) \bar{z}(600\text{nm}) \right]$$

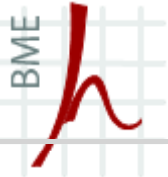
$$k = \frac{1}{\sum f(\lambda_i) \bar{y}(\lambda_i)}$$

A  $k$  számításánál korrigálni kellene a megvilágítás spektrális eloszlásával! Nem számoljuk ki!

$$X = k \cdot 137,362794$$

$$Y = k \cdot 100,7612683$$

$$Z = k \cdot 16,3854536$$



## 5. Példa – Megvilágítás hatása (CIE XYZ színmérés)

Ábrázoljuk a színingert a CIE xy színdiagramban ! Innentől k értékét elhagyjuk!

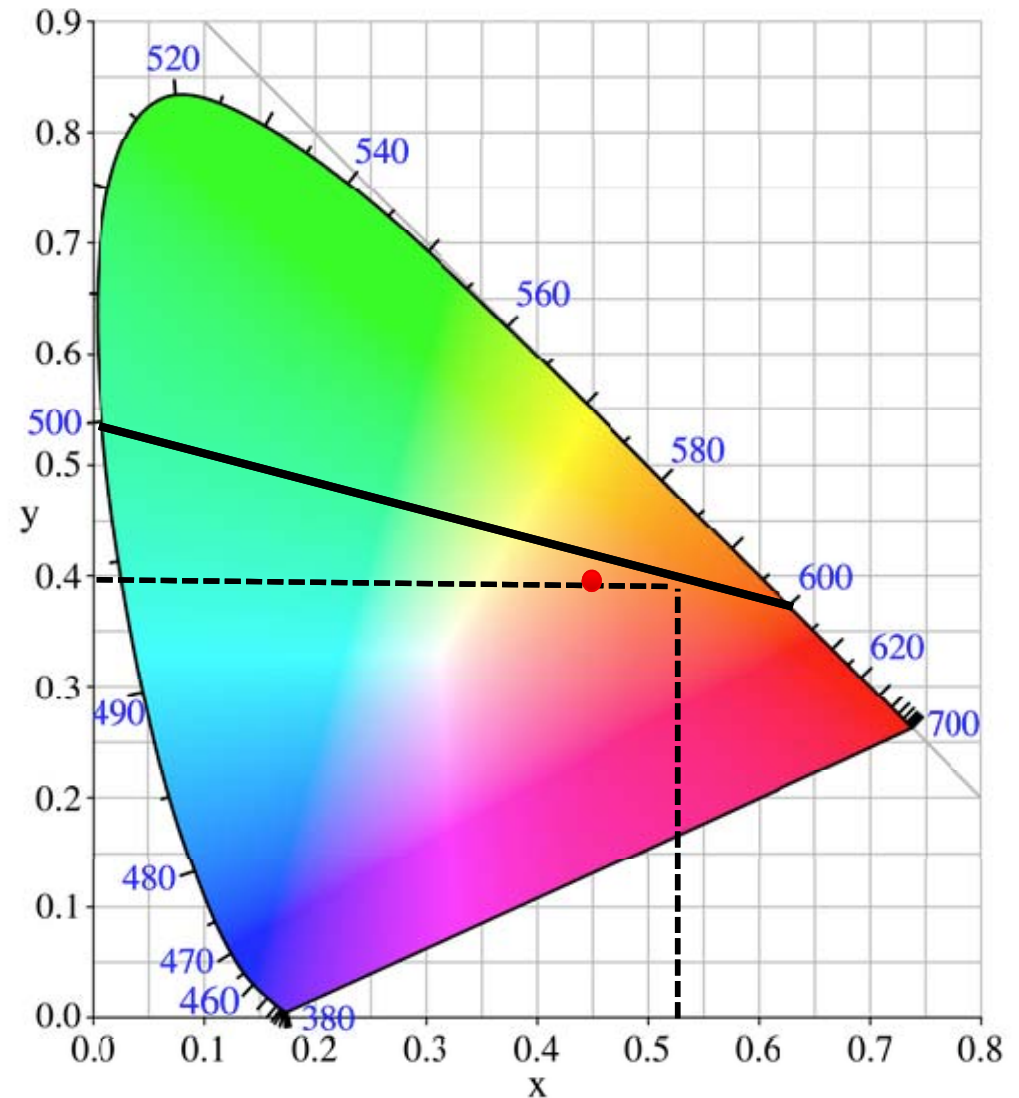
$$m = X + Y + Z = 137,362794 + 100,7612683 + 16,385453$$

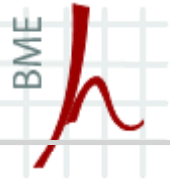
$$m = 254,5095159$$

$$x = \frac{X}{m} = 0,539715749$$

$$y = \frac{Y}{m} = 0,395903736$$

Az xy koordináta által kijelölt pont rajta fekszik az 500nm és 600 nm-es spektrálszíneket összekötő egyenesen, de elmozdult a vörös árnyalatai irányába . A CIE A fényforrásnak megfelelő színingert a piros pont jelöli.





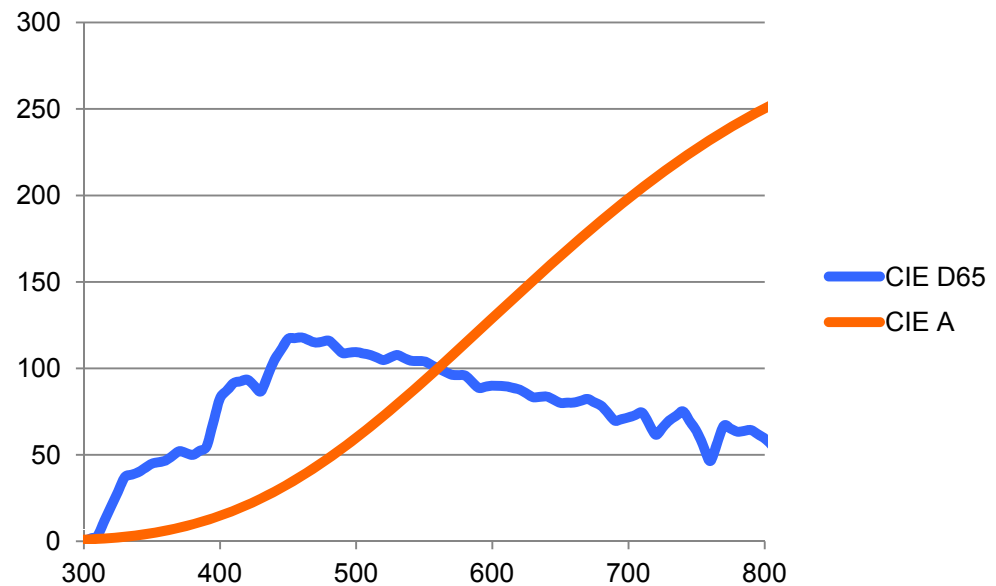
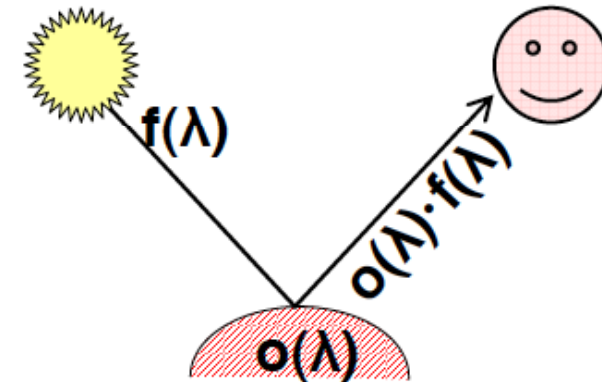
## 6. Példa – Megvilágítás hatása (CIE XYZ színmérés)

$$\Phi(\lambda) = o(\lambda)f(\lambda)$$

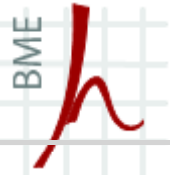
Legyen a test olyan, hogy csak az 500 nm és 600 nm hullámhosszúságú komponenseket veri vissza

Tehát  $o(500\text{nm})=1$  és  $o(600\text{nm})=1$ , máshol  $o(\lambda)=0$

Legyen  $f(\lambda)$  most a CIE D65 sugáreloszlás







## 6. Példa – Megvilágítás hatása (CIE XYZ színmérés)

$$\Phi(\lambda) = o(\lambda)f(\lambda)$$

$$o(500\text{nm}) = 1$$
$$o(600\text{nm}) = 1,$$

Legyen  $f(\lambda)$  a CIE D65 sugáreloszlás

$$\bar{x}(500\text{nm}) = 0,0049$$

$$\bar{y}(500\text{nm}) = 0,323$$

$$\bar{z}(500\text{nm}) = 0,272$$

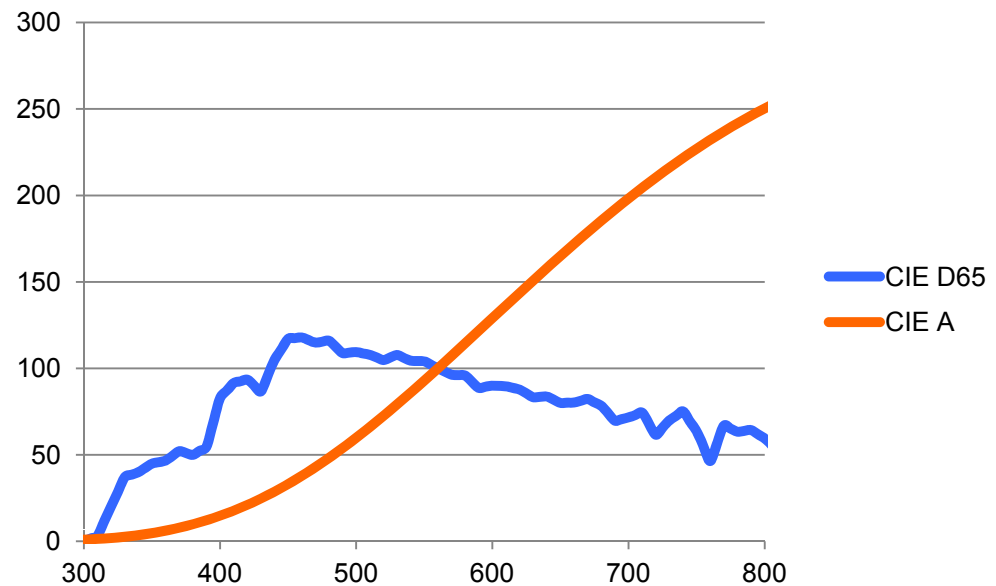
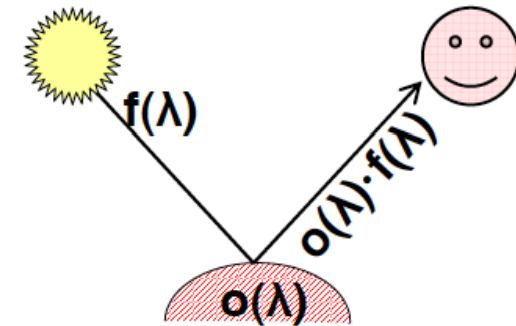
$$\bar{x}(600\text{nm}) = 1,0622$$

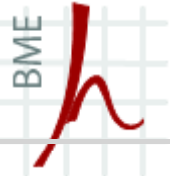
$$\bar{y}(600\text{nm}) = 0,631$$

$$\bar{z}(600\text{nm}) = 0,0008$$

$$f_{CIE D65}(500\text{nm}) = 109,354$$

$$f_{CIE D65}(600\text{nm}) = 90,0062$$





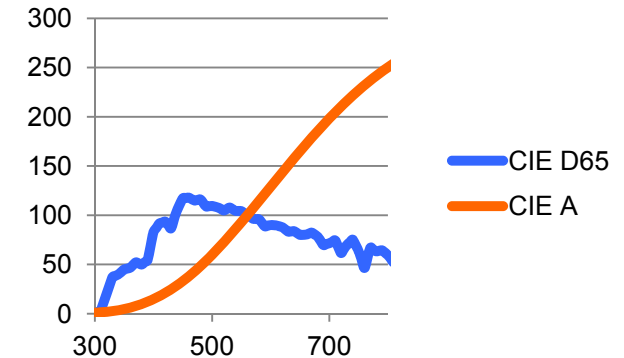
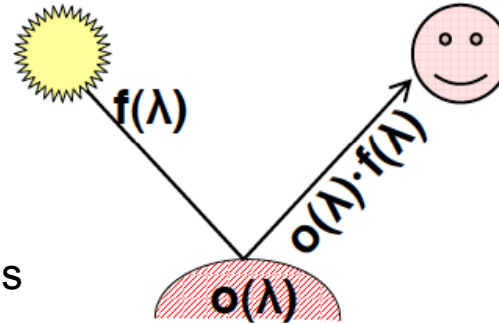
## 6. Példa – Megvilágítás hatása (CIE XYZ színmérés)

$$\Phi(\lambda) = o(\lambda) f(\lambda)$$

$$o(500\text{nm}) = 1$$

$$o(600\text{nm}) = 1,$$

Legyen  $f(\lambda)$  a CIE D65 sugáreloszlás



$$\bar{x}(500\text{ nm}) = 0,0049$$

$$\bar{y}(500\text{ nm}) = 0,323$$

$$\bar{z}(500\text{ nm}) = 0,272$$

$$\bar{x}(600\text{ nm}) = 1,0622$$

$$\bar{y}(600\text{ nm}) = 0,631$$

$$\bar{z}(600\text{ nm}) = 0,0008$$

$$f_{CIE D65}(500\text{ nm}) = 109,354$$

$$f_{CIE D65}(600\text{ nm}) = 90,0062$$

$$X = k \cdot \left[ \overbrace{f_{CIE D65}(500\text{ nm}) \alpha(500\text{ nm}) \bar{x}(500\text{ nm})}^{\Phi(500\text{ nm})} + \overbrace{f_{CIE D65}(600\text{ nm}) \alpha(600\text{ nm}) \bar{x}(600\text{ nm})}^{\Phi(600\text{ nm})} \right]$$

$$Y = k \cdot \left[ f_{CIE D65}(500\text{ nm}) \alpha(500\text{ nm}) \bar{y}(500\text{ nm}) + f_{CIE D65}(600\text{ nm}) \alpha(600\text{ nm}) \bar{y}(600\text{ nm}) \right]$$

$$Z = k \cdot \left[ f_{CIE D65}(500\text{ nm}) \alpha(500\text{ nm}) \bar{z}(500\text{ nm}) + f_{CIE D65}(600\text{ nm}) \alpha(600\text{ nm}) \bar{z}(600\text{ nm}) \right]$$

$k$  értékét nem számoljuk ki !

$$X = k \cdot 96,14042024$$

$$Y = k \cdot 92,1152542$$

$$Z = k \cdot 29,81629296$$

## 6. Példa – Megvilágítás hatása (CIE XYZ színmérés)

Ábrázoljuk a színingert a CIE xy színdiagramban ! Innentől k értékét elhagyjuk !

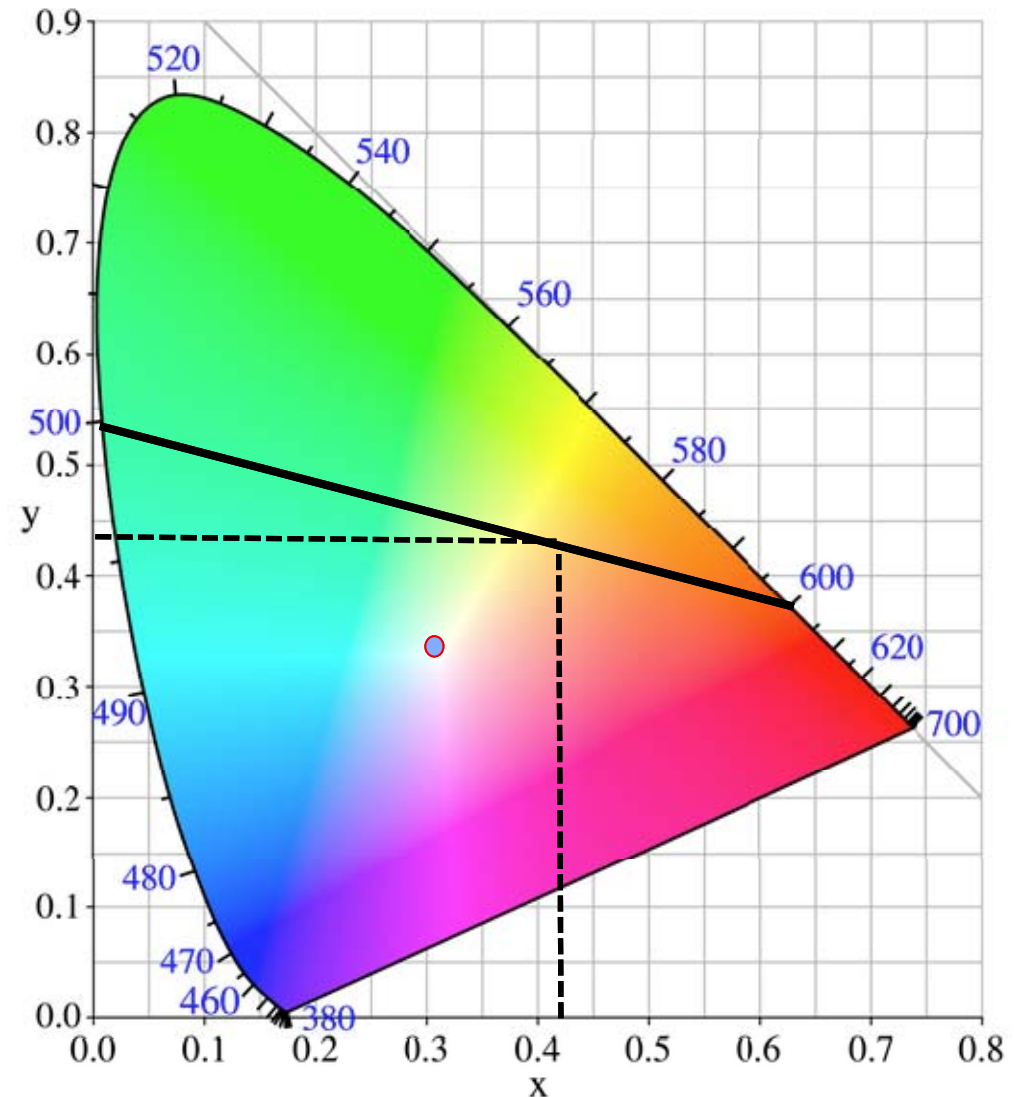
$$m = X + Y + Z$$

$$m = 96,140 + 92,115 + 29,816 = 218,0719674$$

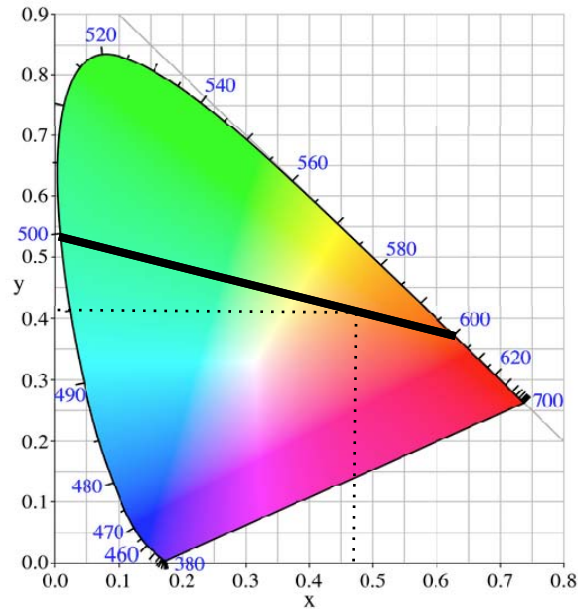
$$x = \frac{X}{m} = 0,440865561$$

$$y = \frac{Y}{m} = 0,42240759$$

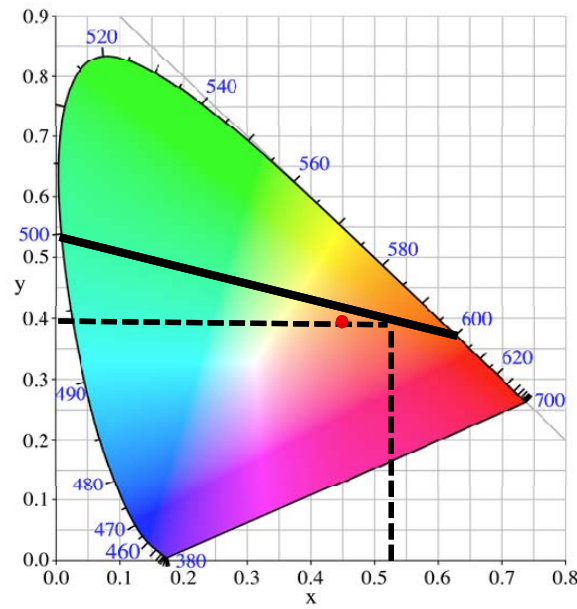
Az xy koordináta által kijelölt pont rajta fekszik a 500nm és 600 nm-es spektrálszíneket összekötő egyenesen, közel esik a 2. feladatban kiszámolt ponthoz. A D65-ös (kék pont) sugáreloszlás (kékesebb-hidegebb), ezért a színinger a zöld árnyalatokhoz esik közelebb



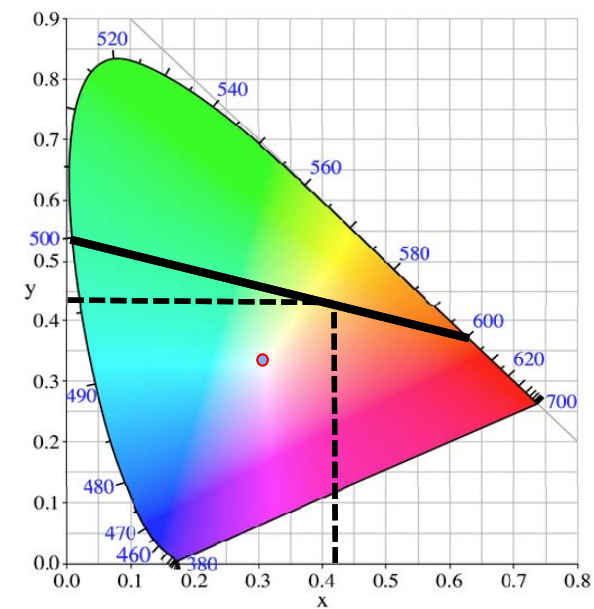
# Megvilágítás hatása (CIE XYZ színmérés) - összegzés



2.feladat  
nem vettük figyelembe a megvilágítást, vagyis az E fehér (egyenlő energiájú fehér) megvilágítással számoltunk



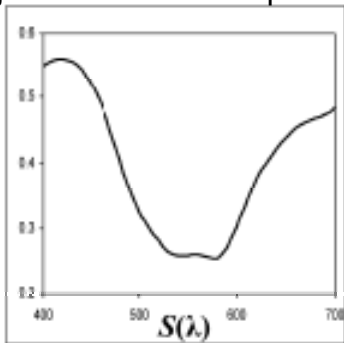
5.feladat  
CIE A sugáreloszlás



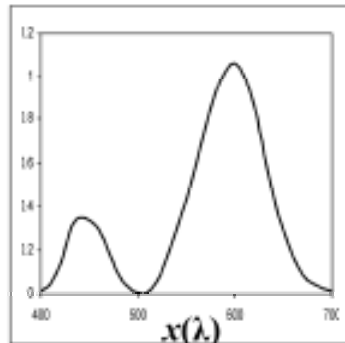
6.feladat  
CIE D65 sugáreloszlás

# Folytonos spektrumú fényeloszlások

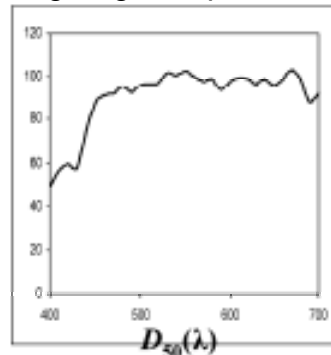
Objektum visszavert spektruma



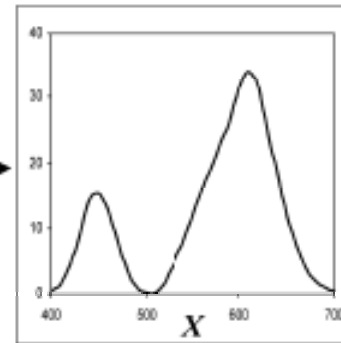
Színösszetevő fv.



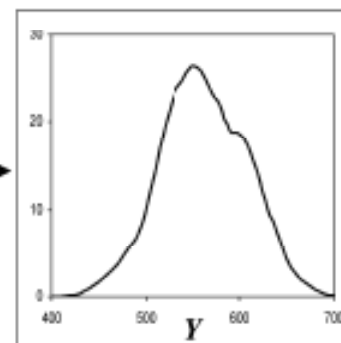
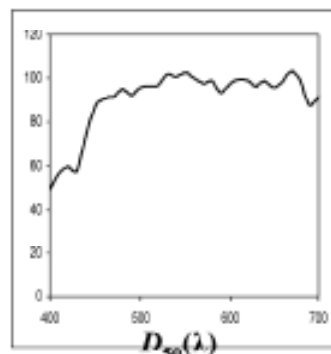
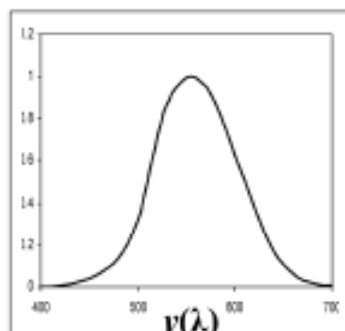
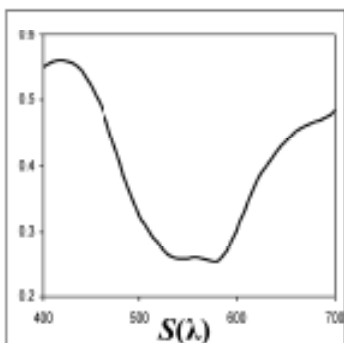
Megvilágítás spektruma



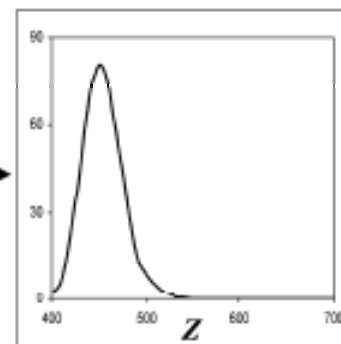
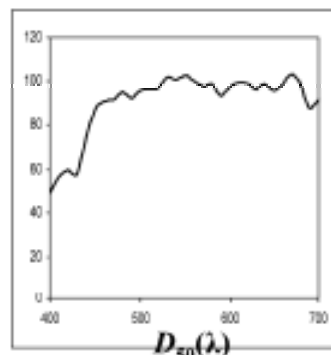
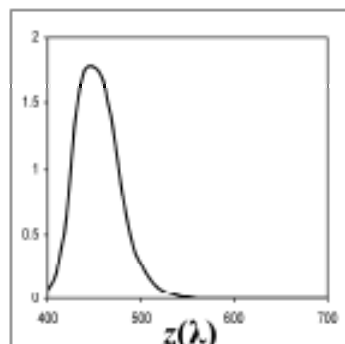
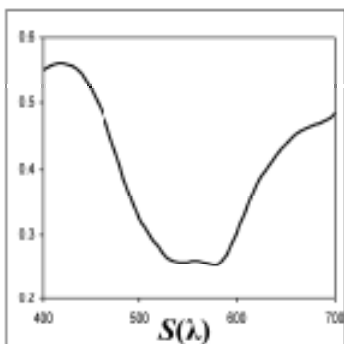
CIE XYZ koordináták integrálással



X  
a görbe  
alatti  
terület



Y  
a görbe  
alatti  
terület



Z  
a görbe  
alatti  
terület

# Additív színkeverés a CIE xy diagramon

Példa: adott  $C_1(x_1, y_1)$  és  $C_2(x_2, y_2)$  színpontok a CIE színdiagramon és adott a két modulus ( $m_1, m_2$ ).  
Kérdés: mi a keverés után kapott  $C_e$  szín?

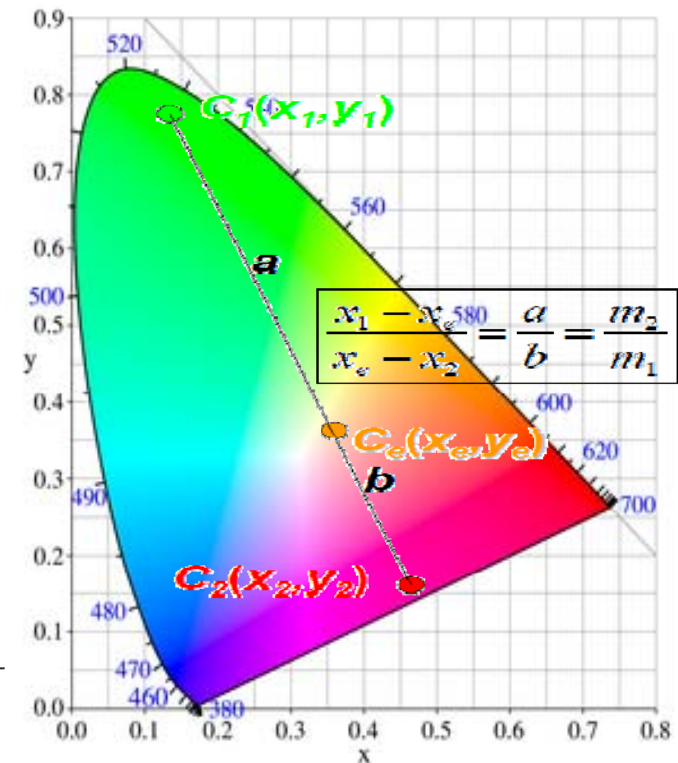
Megoldás: a keverést az XYZ koordinátában elvégezve:

$$X_e = X_1 + X_2 = m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2$$

$$Y_e = Y_1 + Y_2 = m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2$$

$$m_e = (X_1 + X_2) + (Y_1 + Y_2) + (Z_1 + Z_2) = m_1 + m_2$$

$$x_e = \frac{X_e}{m_e} = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2}{m_1 + m_2} \quad y_e = \frac{Y_e}{m_e} = \frac{Y_1 + Y_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2}{m_1 + m_2}$$



**Az eredő színpont az összekötő egyenest a két szín modulusának arányában osztja**