

Modelovacie a renderovacie techniky

Svetlo a farby

Cvičenia 29.9.2015

Júlia Kučerová

Informácie

- Júlia Kučerová
- e - mail:
 - kucerova@sccg.sk
 - Subjekt: MRT
- Konzultácie: po dohode mailom
- I4

Hodnotenie cvičení

- 10 * 2body účasť 20
- 3 * 15bodov Domáce úlohy (programovacie úlohy) 45
- 35bodov Prezentácia (povinná) 35
- Spolu 100

Programovacie úlohy

- 3 počas semestra
- V akomkoľvek jazyku/prostredí ste doma
- Spustiteľné pod Windows
- GUI
- Priložený OKMENTOVANÝ zdroják

Prezentácie

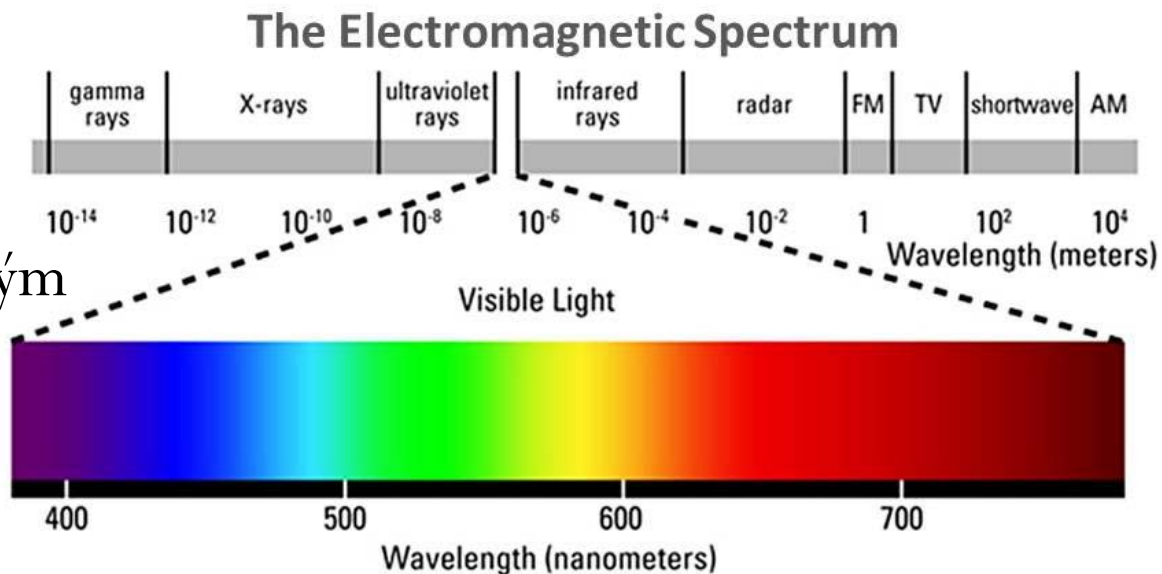
- Na začiatku cvičení
- 20 minút
- 1-2 ľudia v tíme
- 20-25 minút prezentácia
- Tutorál/Zaujímavé články/Prehľad metód

Prezentácie - témy

- Raytracing
- Shadows
- Particle systems
- Hair and fur
- Volume rendering
- Point based rendering
- Photorealistic rendering
- Advanced optical effects
- Material representation models
- Car paint representation models
- Computer graphics API comparison
- Modeling software and renderers
- M&R in game industry
- M&R in film industry
- M&R in research and medicine

Svetlo a farba

- Svetlo
 - Elektromagnetické vlnenie
 - viditeľná časť spektra
- Farba objektu je daná spektrom dopadajúceho svetla a svetlom absorbovaným a/alebo odrazeným (vlastnosťami objektu)
- Čisté (spektrálne) farby zodpovedajú jednotlivým vlnovým dĺžkam



Popis farby

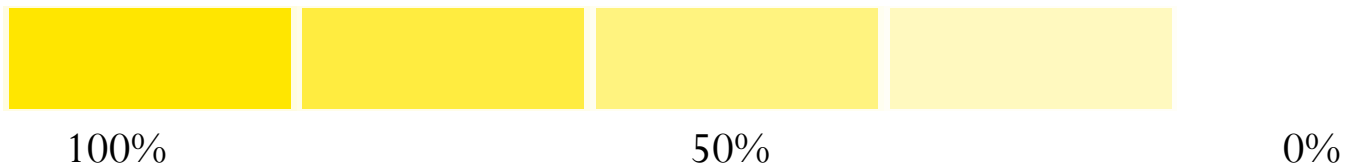
- hue - odtieň

- V priemere dokáže ľudské oko rozpoznať ~200 rôznych odtieňov

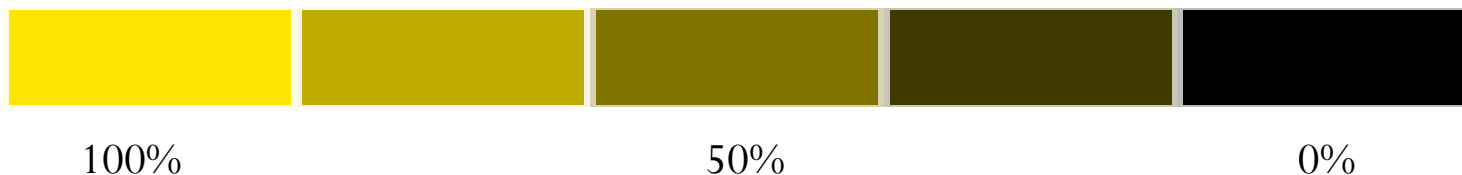


- saturation - sýtosť

- Ružová má taký istý odtieň ako červená, ale je menej saturovaná

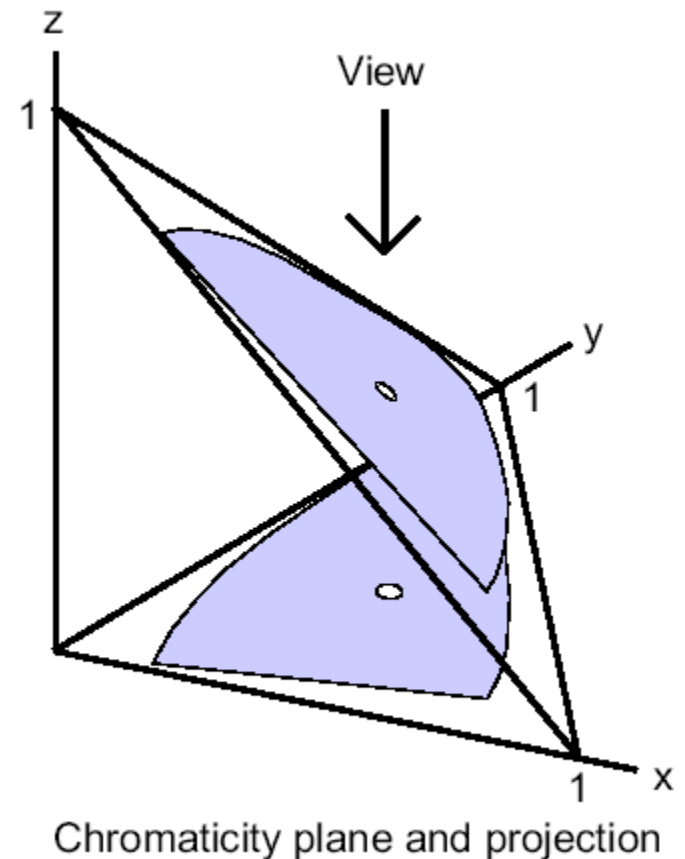


- luminance - jas



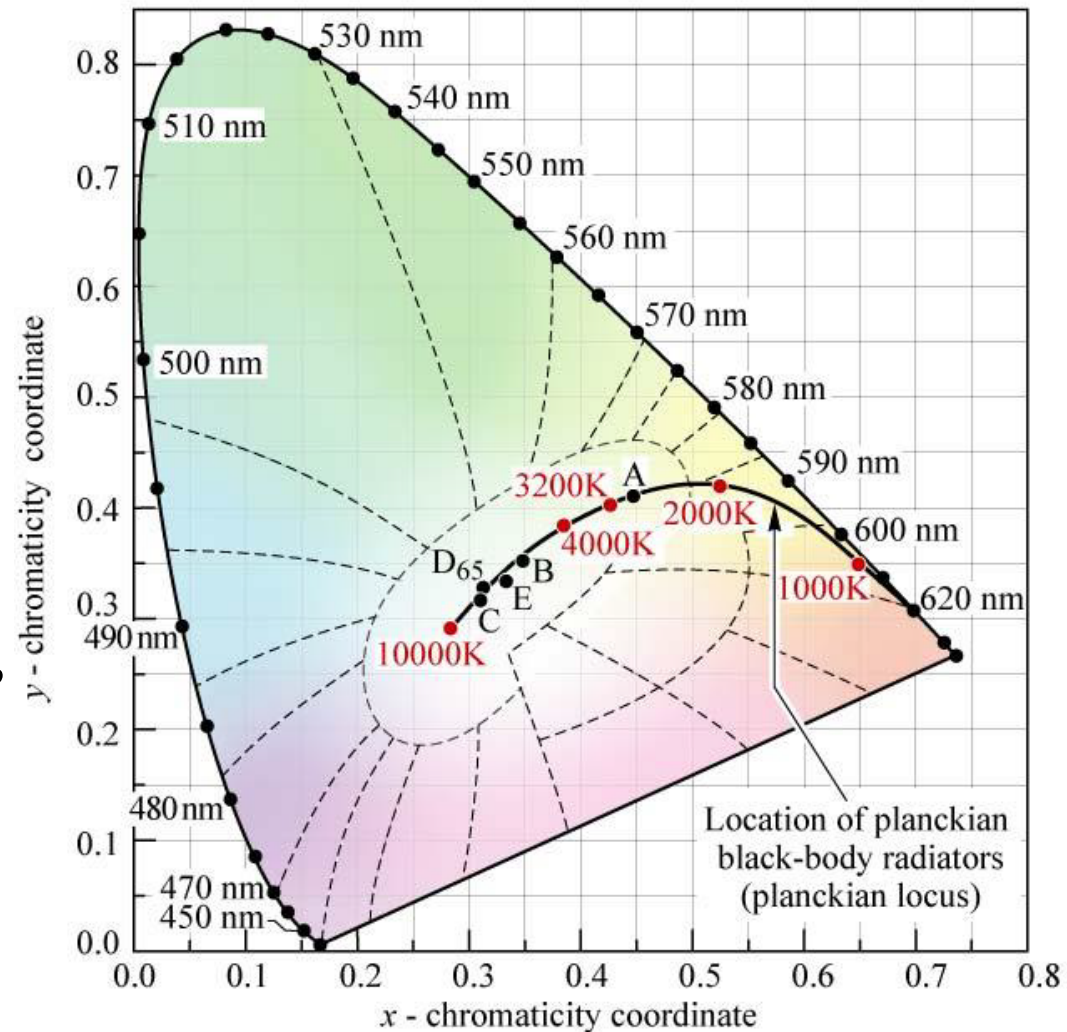
CIE XYZ

- CIE 1931— medzinárodná komisia pre svetlo
- nová trojica primárnych farieb X,Y,Z
 - nereálne, supersaturované
 - všetky farby sa dajú vytvoriť pozitívnou kombináciou X,Y,Z
 - Y zodpovedá intenzite L



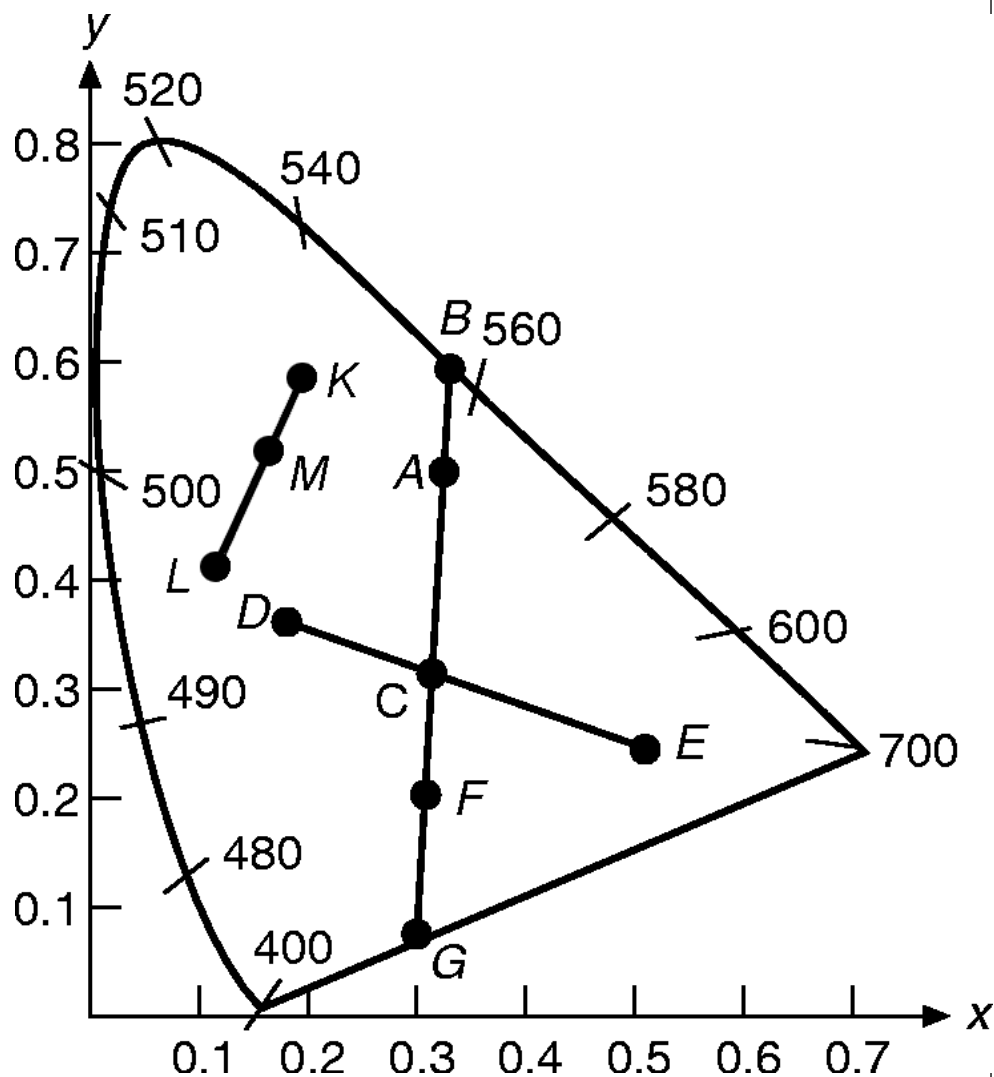
CIE XYZ

- Spektrálne farby sa nachádzajú na spektrálnej krivke
- Biele body
 - Plankova krivka
 - A (wolfram), B (sunlight), C (bluesky), D65 (daylight), E (equal)



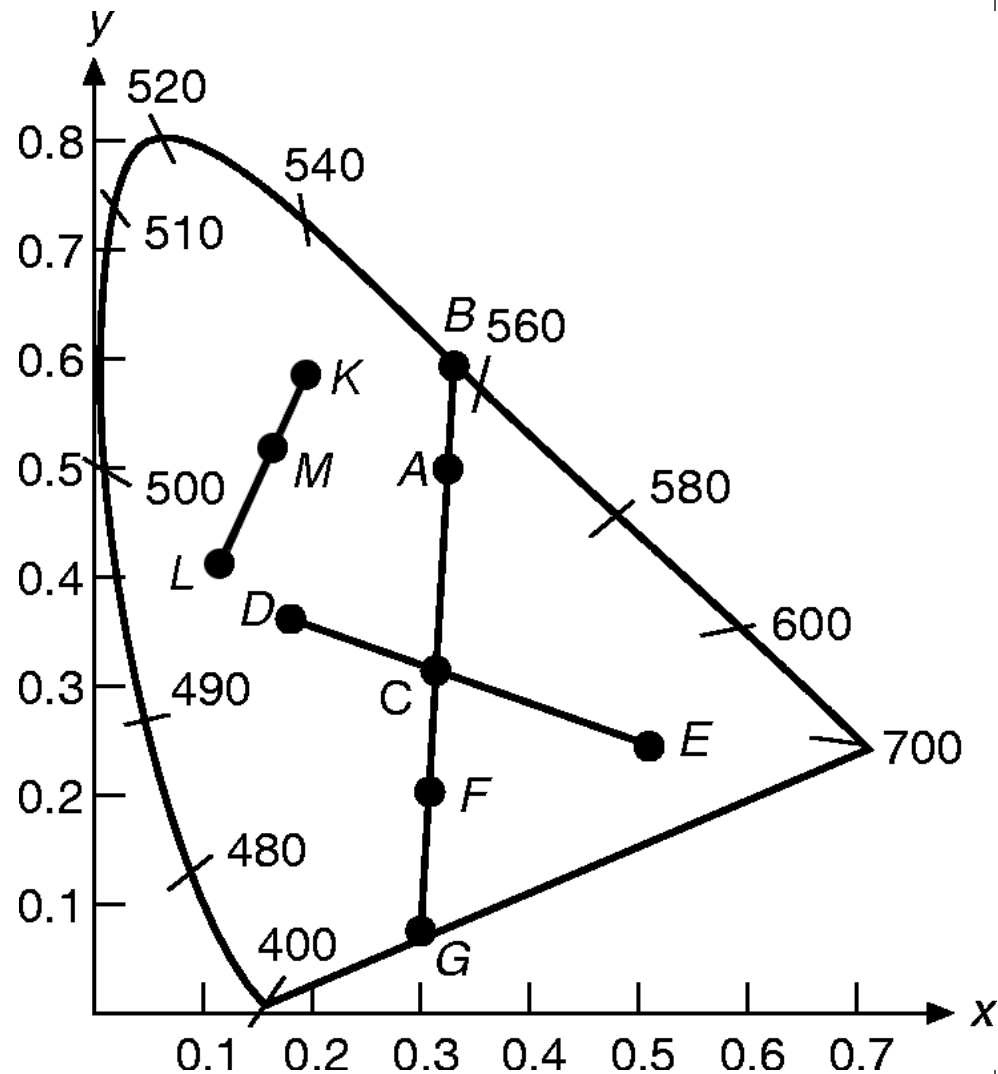
CIE XYZ

- Bod C
 - Referenčný biely bod
- Ako určíme sýtosť farby?



CIE XYZ

- Bod C
 - Referenčný biely bod
- Ako určíme sýtosť farby?
 - Vzdialenosťou od bodu C
- D,E
 - Komplementárne farby

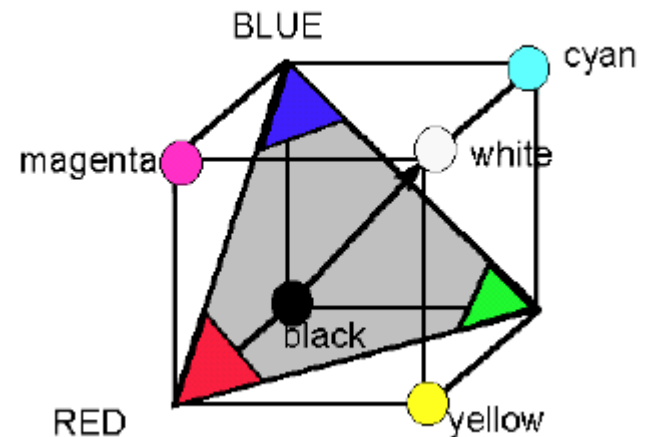
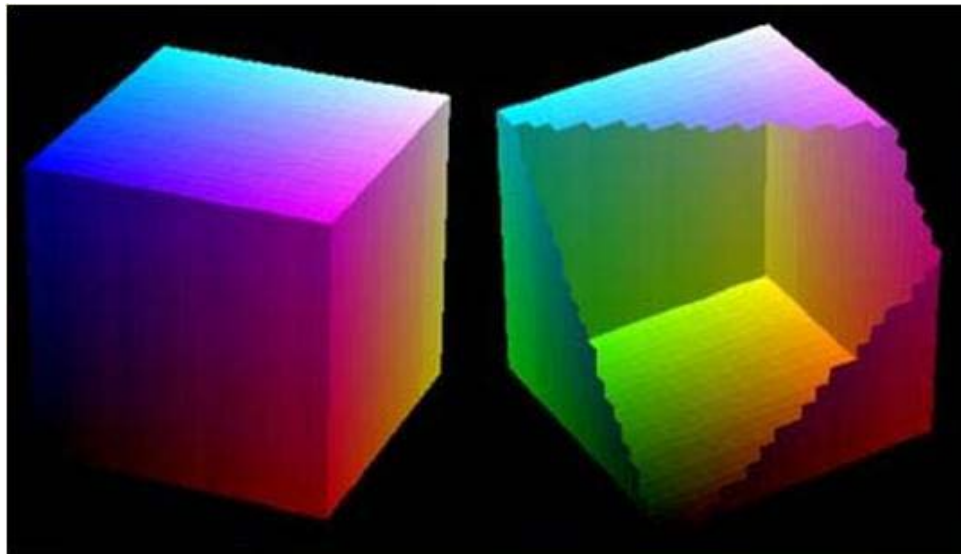
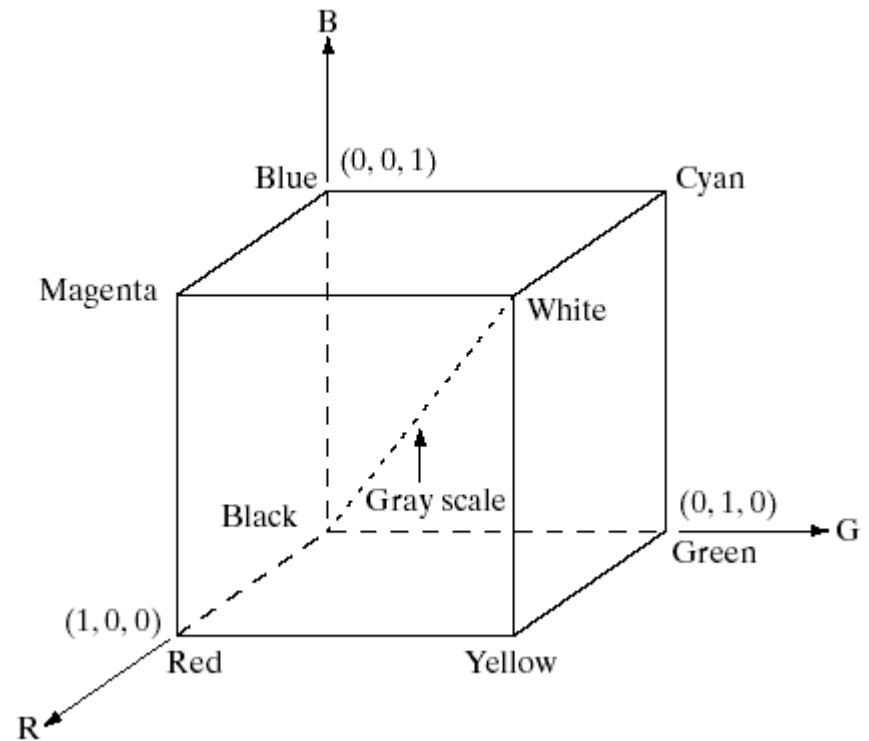


Modely farieb

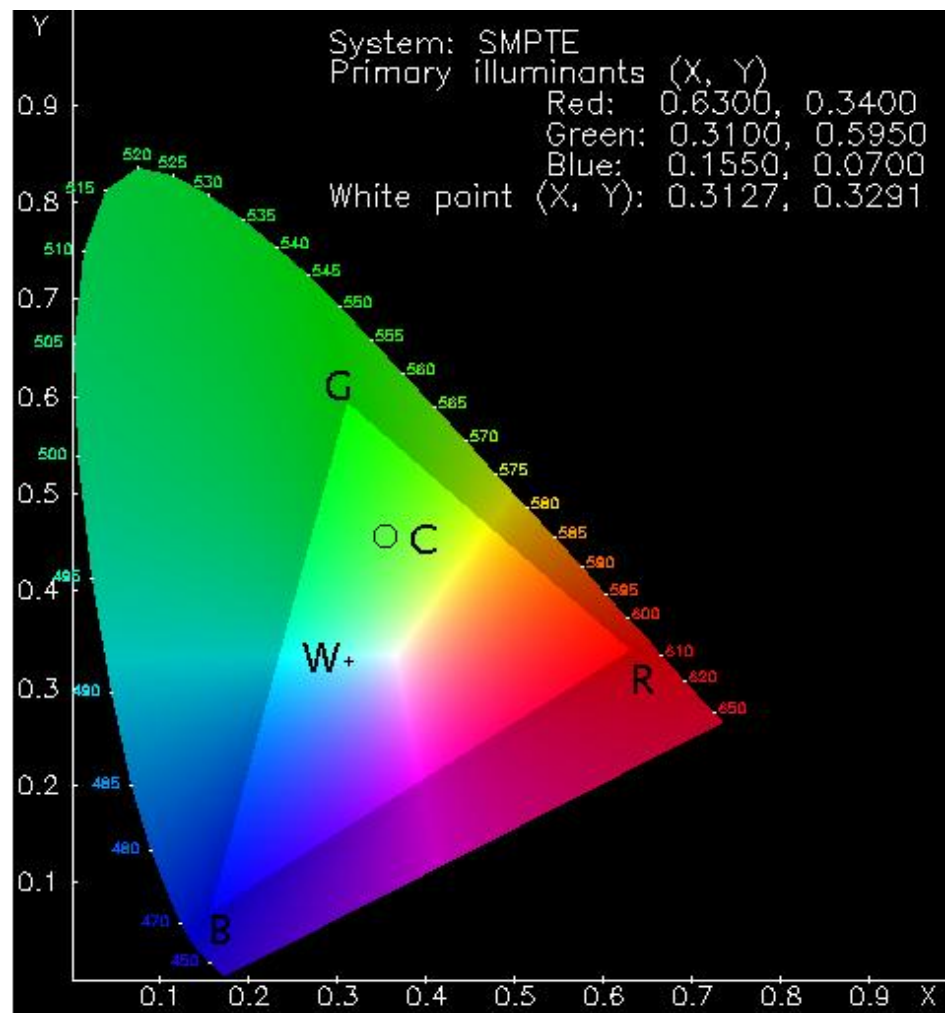
- HW orientované:
 - RGB, CMYK, televízne normy
- Užívateľsky orientované:
 - HLS, HSV, HSI
- Vnemovo rovnomerné (perceptually uniform) :
 - CIE Lab, Luv, WUV
- Iné:
 - XYZ, oponent, TSV, LUX, YES, ...

RGB

- Najznámejší model
- Používaný v monitoroch
- Farebné svetlá
- Hodnoty R,G,B $\in \langle 0, 1 \rangle$
- Kocka



RGB



	Red		Green		Blue		White Point	
System	x_R	y_R	x_g	y_g	x_b	y_b	x_w	y_w
NTSC	0.67	0.33	0.21	0.71	0.14	0.08	0.3101	0.3162
EBU (PAL/SECAM)	0.64	0.33	0.29	0.60	0.15	0.06	0.3127	0.3291
SMPTE	0.630	0.340	0.310	0.595	0.155	0.070	0.3127	0.3291

RGB $\rightarrow$ XYZ

Súradnice základných farieb

Súradnice bieleho bodu

$$\begin{bmatrix} a(1) \\ a(2) \\ a(3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_W/y_W \\ 1 \\ z_W/y_W \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M(1,1) & M(1,2) & M(1,3) \\ M(2,1) & M(2,2) & M(2,3) \\ M(3,1) & M(3,2) & M(3,3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a(1) & 0 & 0 \\ 0 & a(2) & 0 \\ 0 & 0 & a(3) \end{bmatrix}$$

RGB-to-XYZ:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{1,1} & M_{1,2} & M_{1,3} \\ M_{2,1} & M_{2,2} & M_{2,3} \\ M_{3,1} & M_{3,2} & M_{3,3} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

RGB $\rightarrow$ XYZ

The numbers in the conversion matrix below are exact, with the number of digits specified in CIE standards.^[10]

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \frac{1}{b_{21}} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \frac{1}{0.17697} \begin{bmatrix} 0.49 & 0.31 & 0.20 \\ 0.17697 & 0.81240 & 0.01063 \\ 0.00 & 0.01 & 0.99 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

While the above matrix is exactly specified in standards, going the other direction uses an inverse matrix that is not exactly specified, but is approximately:

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.41847 & -0.15866 & -0.082835 \\ -0.091169 & 0.25243 & 0.015708 \\ 0.00092090 & -0.0025498 & 0.17860 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix},$$

CMY, CMYK

- Farba telies - farby sa ukladajú na seba, svetlo musí prejsť vrstvami (filtrami) a odraziť sa od podkladu

- Komplementárny model k RGB:

$$C = 1 - R$$

$$M = 1 - G$$

$$Y = 1 - B$$

- CMYK (blackK)

- tlačiarne

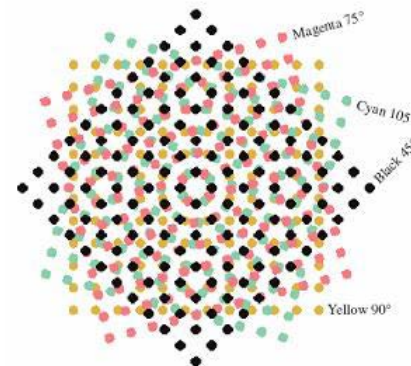
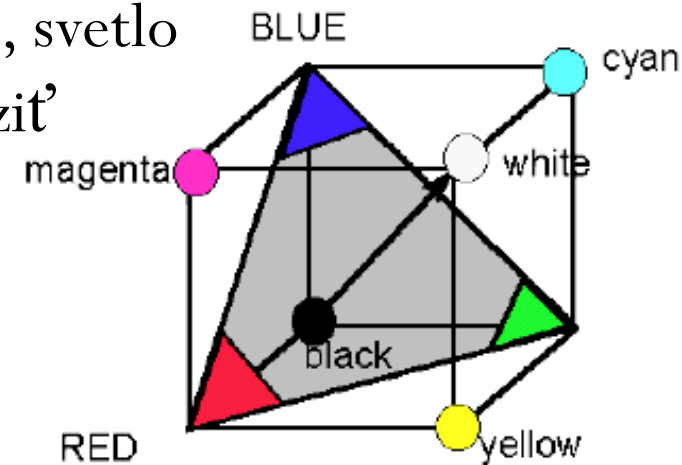
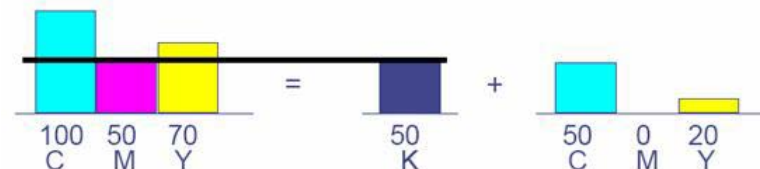
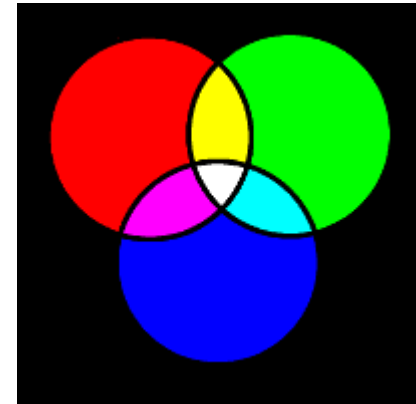


Figure 14. Ideal screen angles for CMYK color printing place the halftone screens at angles of 45° (black), 75° (magenta), 90° (yellow), and 105° (cyan).



Skladanie farieb

- Aditívne
 - Skladaním sa výsledná farba zosvetľuje
 - RGB
- Subtraktívne
 - Skladaním sa výsledná farba stmavuje
 - CMY



Modely farieb triey Y

- Televízne a video štandardy

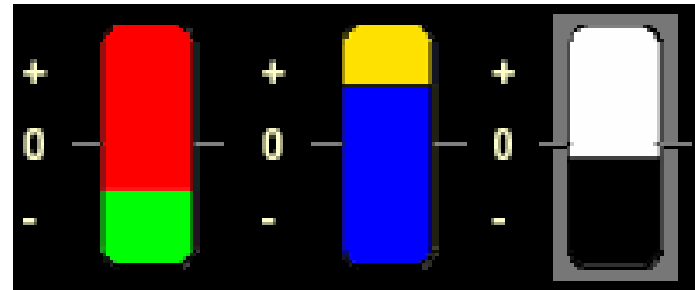
YIQ – NTSC

YUV – PAL

YCbCr – digital video

YPbPr – analógová TV

YCC – Kodak



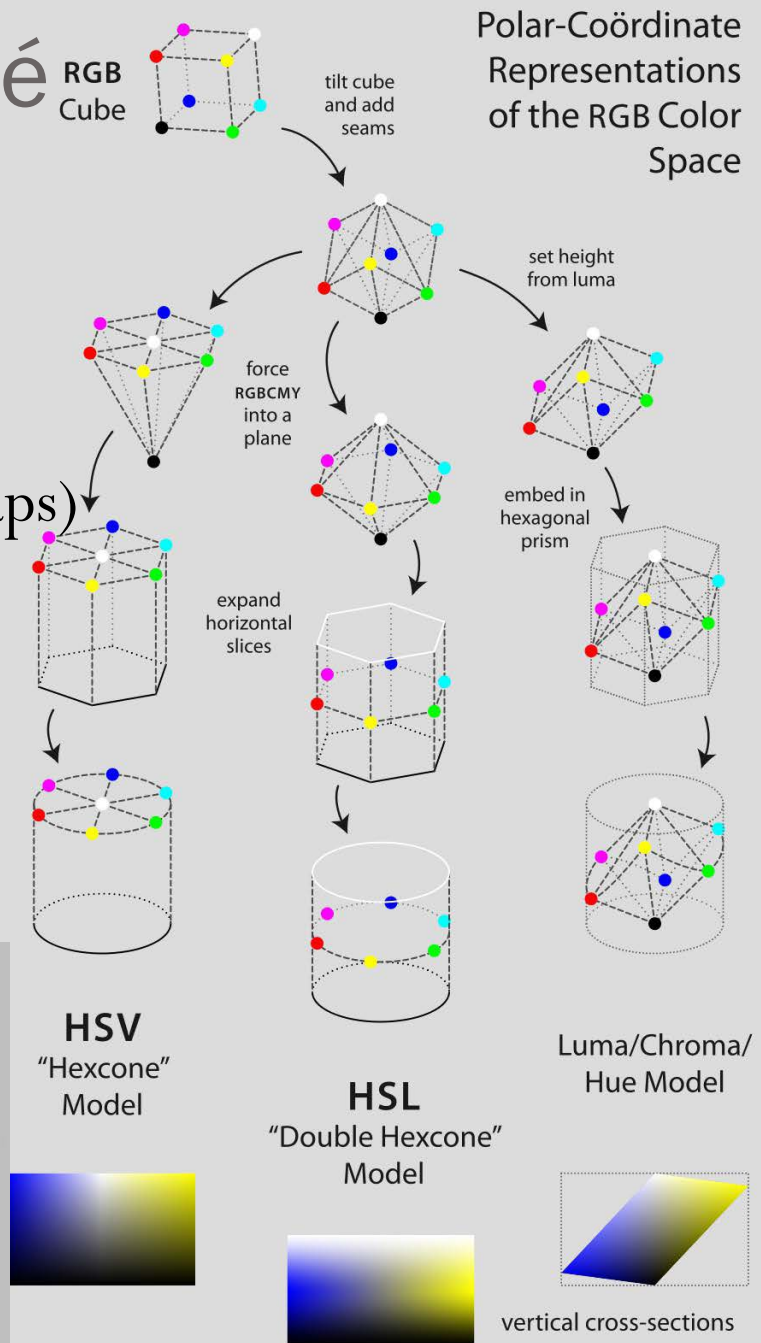
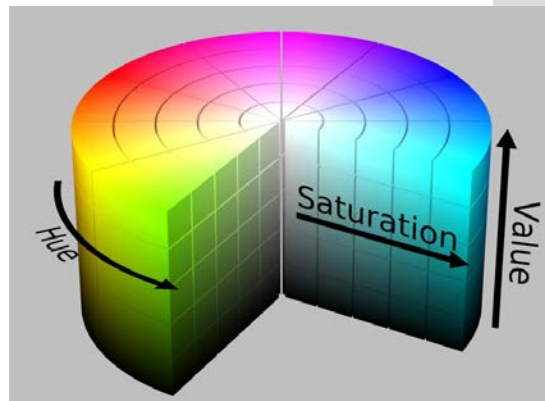
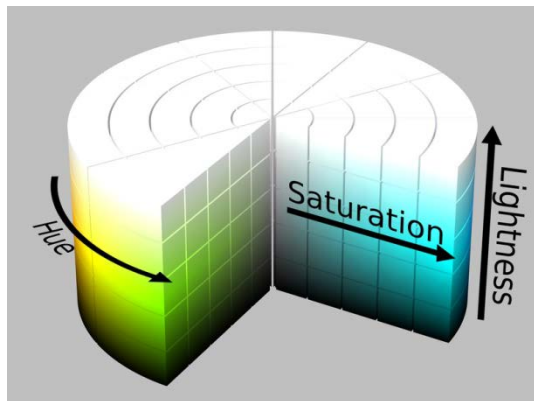
- Farebná zložka oddelená od jasovej (Y)

Farebná zložka: zeleno/červený kanál modro/žltý kanál

Farebný priestor	Skladanie farieb	Primárne parametre	Použitie
RGB	Aditívne	Red, green blue	Monitory
CMYK	Subtraktívne	Cyan, magenta, yellow, black	Tlačiarne
YCbCr YPbPr	Aditívne	Y(luminance), Cb (blue chroma), Cr (red chroma)	Kódovanie videa, digirálna kamera
YUV	Aditívne	Y(luminance), U(blue chroma), V(red chroma)	Kódovanie videa pre NTSC, PAL, SECAM
YIQ	aditívne	Y(luminance), I(toraded from U), Q(rotaded from V)	Kódovanie videa pre NTSC

Užívateľsky orientované modely

- Analógia s maliarskym pohľadom (odtieň, sýtosť, jas)
- Vhodné pre vizualizáciu (color maps)
- Nelineárny prevod z/do RGB
- HSV, HSL,...
- Tvar: kužeľ (aj dvojitý), ihlan, niekedy valec



HSV $\rightarrow$ RGB

- $I = \text{floor}(3H/\pi)$

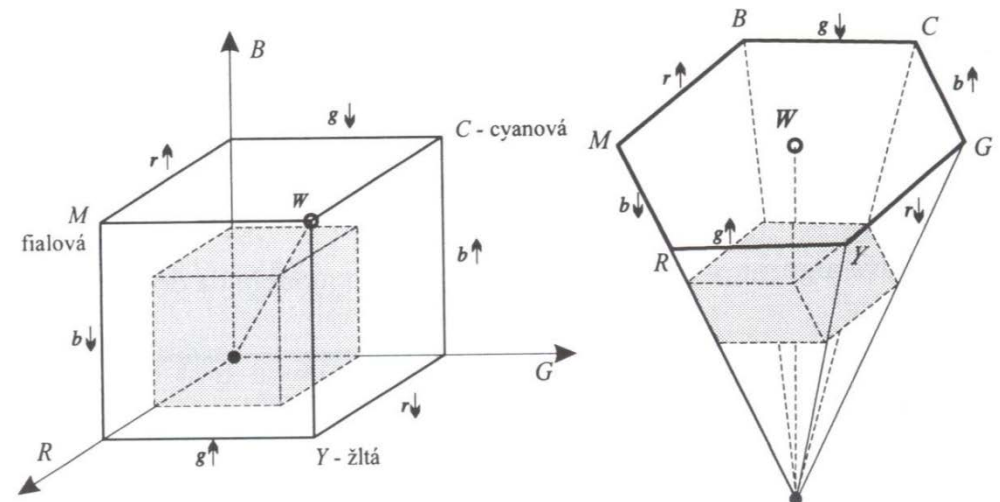
$$f = H - I$$

$$p = V(1 - S)$$

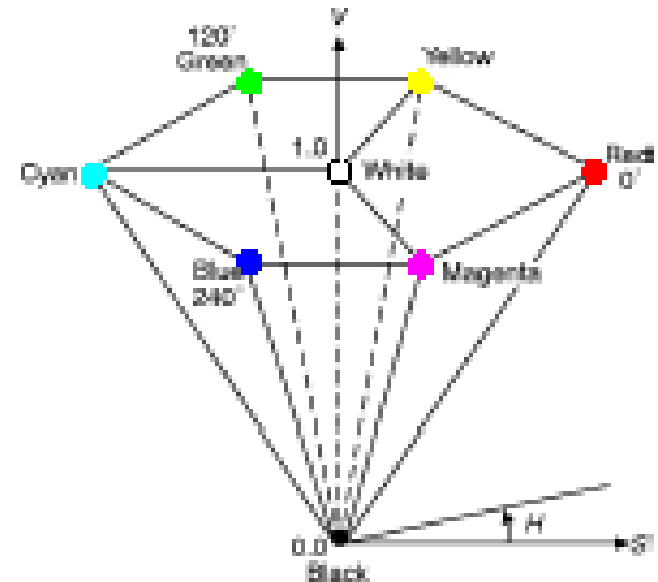
$$q = V(1 - Sf)$$

$$t = V(1 - S(1 - f))$$

- $[R \ G \ B] =$
 $[V \ t \ p]$ ak $I = 0$
 $[q \ V \ p]$ ak $I = 1$
 $[p \ V \ t]$ ak $I = 2$
 $[p \ q \ V]$ ak $I = 3$
 $[t \ p \ V]$ ak $I = 4$
 $[V \ p \ q]$ ak $I = 5$
 $[0 \ 0 \ 0]$ ak $S = 0$



Obr. 12.11 Transformácia RGB kocky na HSV ihlan



RGB $\rightarrow$ HSL, HSV

- $M = \max(R, G, B)$
- $m = \min(R, G, B)$
- $C = M - m$
- $V = M$

$$S_{HSV} = \begin{cases} 0, & \text{if } C = 0 \\ \frac{C}{V}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$H' = \begin{cases} \text{undefined}, & \text{if } C = 0 \\ \frac{G - B}{C} \bmod 6, & \text{if } M = R \\ \frac{B - R}{C} + 2, & \text{if } M = G \\ \frac{R - G}{C} + 4, & \text{if } M = B \end{cases}$$

$$H = 60^\circ \times H'$$

- $L = \frac{1}{2}(M + m)$

$$S_{HSL} = \begin{cases} 0, & \text{if } C = 0 \\ \frac{C}{2L}, & \text{if } L \leq \frac{1}{2} \\ \frac{C}{2 - 2L}, & \text{if } L > \frac{1}{2} \end{cases}$$

- Normalizujte V, L na interval $\langle 0..100 \rangle$, S je už normalizované

Úloha

- RGB $\rightarrow$ HSV
 - R = 100
 - G = 120
 - B = 220
- RGB $\rightarrow$ HSL
 - R = 0
 - G = 200
 - B = 0

Lab

- Vnemovalo rovnomerný
- L - achromatický
- a, b – chromatické
 - Červená – zelená
 - Žltá - modrá

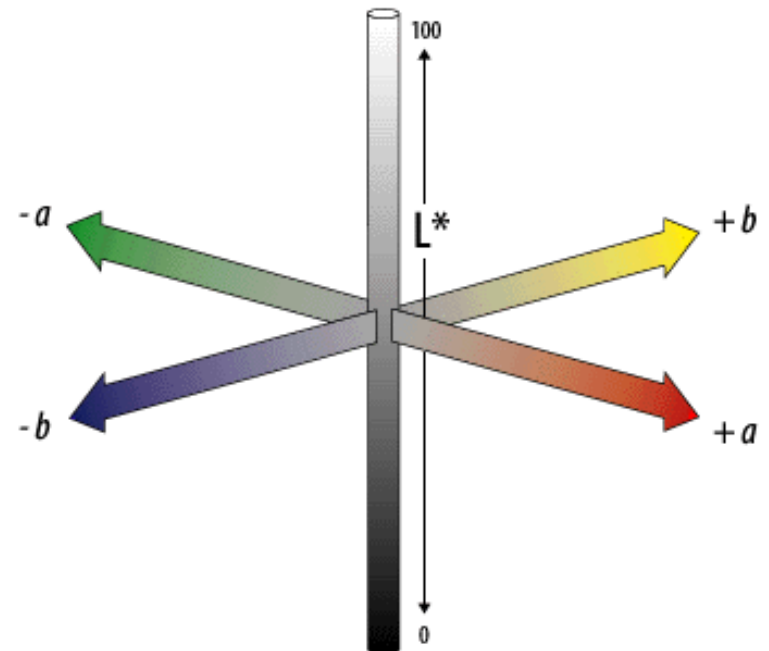
$$L^* = 116f(Y/Y_n) - 16$$

$$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$$

$$b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$$

where

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & \text{if } t > (\frac{6}{29})^3 \\ \frac{1}{3} (\frac{29}{6})^2 t + \frac{4}{29} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Gamut (rozsah)

- Priestor farieb dosiahnutel'ných (zobrazitel'ných) daným zariadením

