

**Rozvoj lidských zdrojů TUL pro zvyšování relevance,
kvality a přístupu ke vzdělání v podmínkách Průmyslu 4.0**

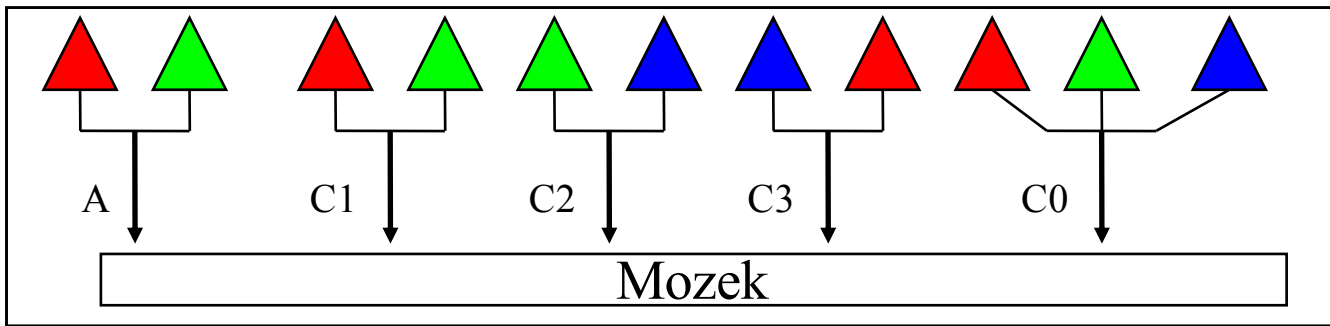
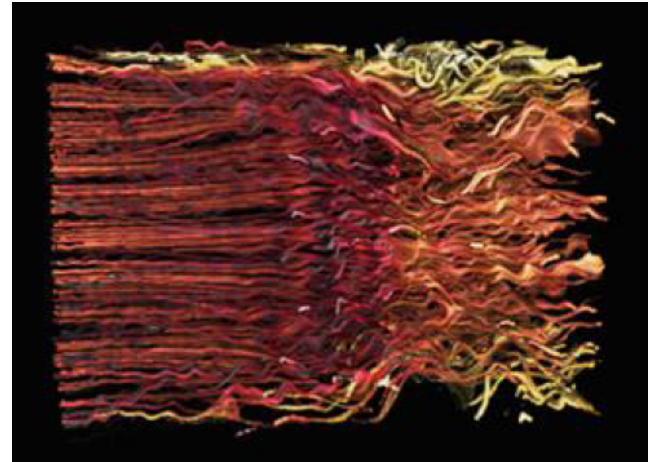
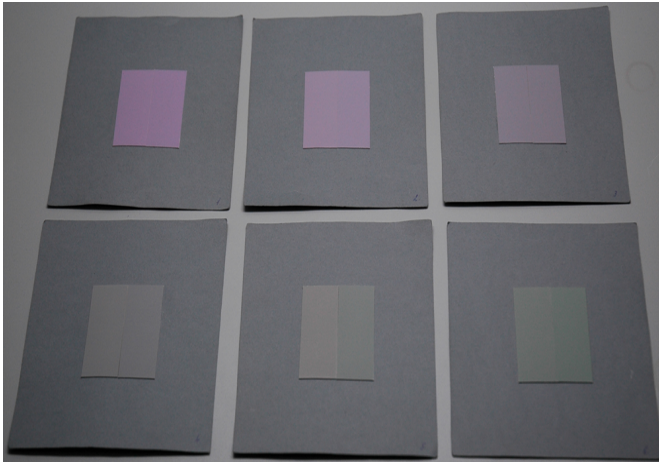
Základy KOLORISTIKY

Lektor: doc. Ing. Michal Vik, Ph.D.
doc. Ing. Martina Viková, Ph.D.

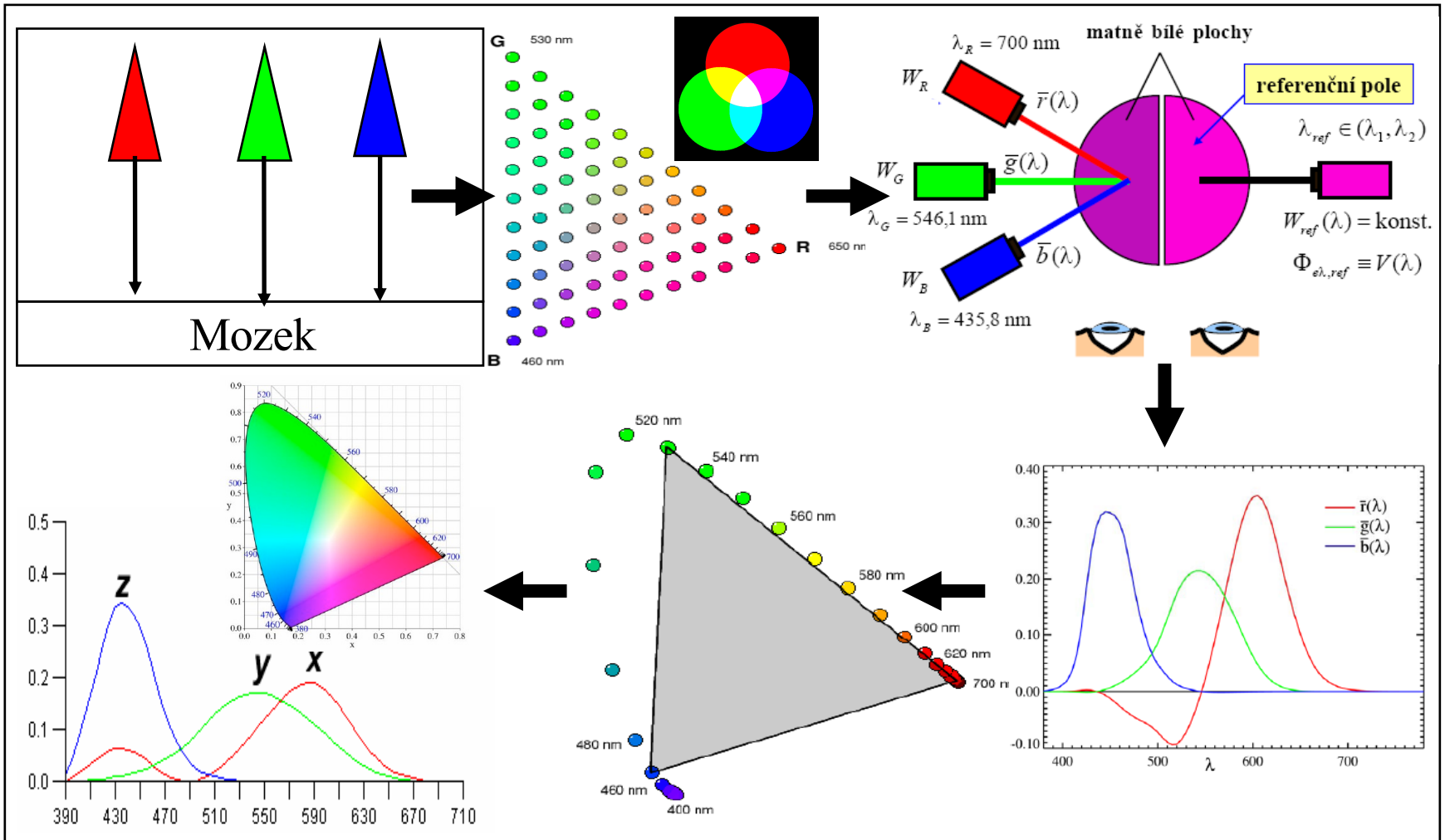


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

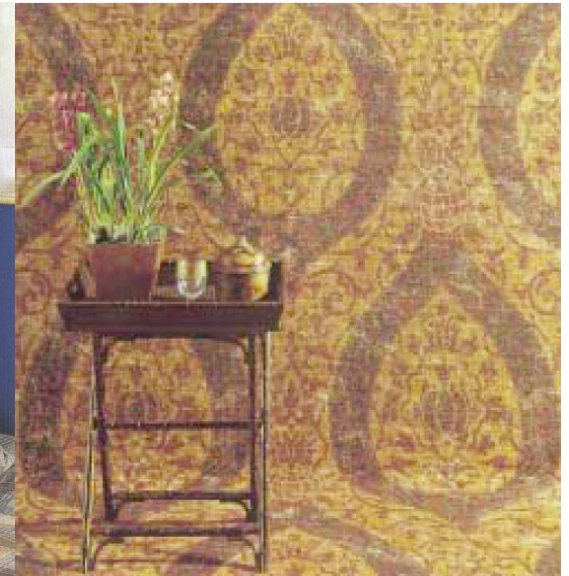
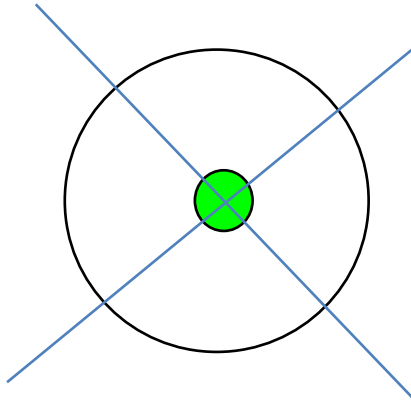
Komplexní modely pro hodnocení barevnosti a vzhledu



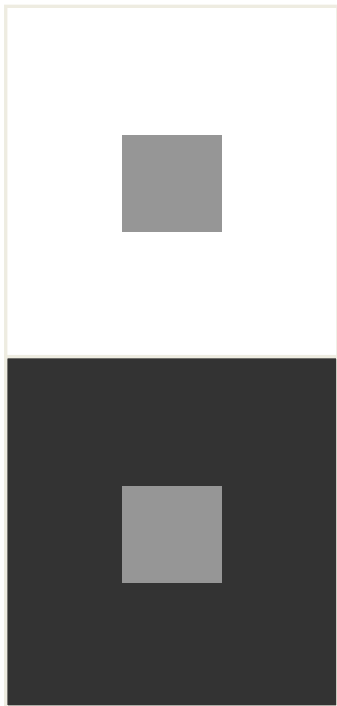
Kolorimetrická soustava CIE1931



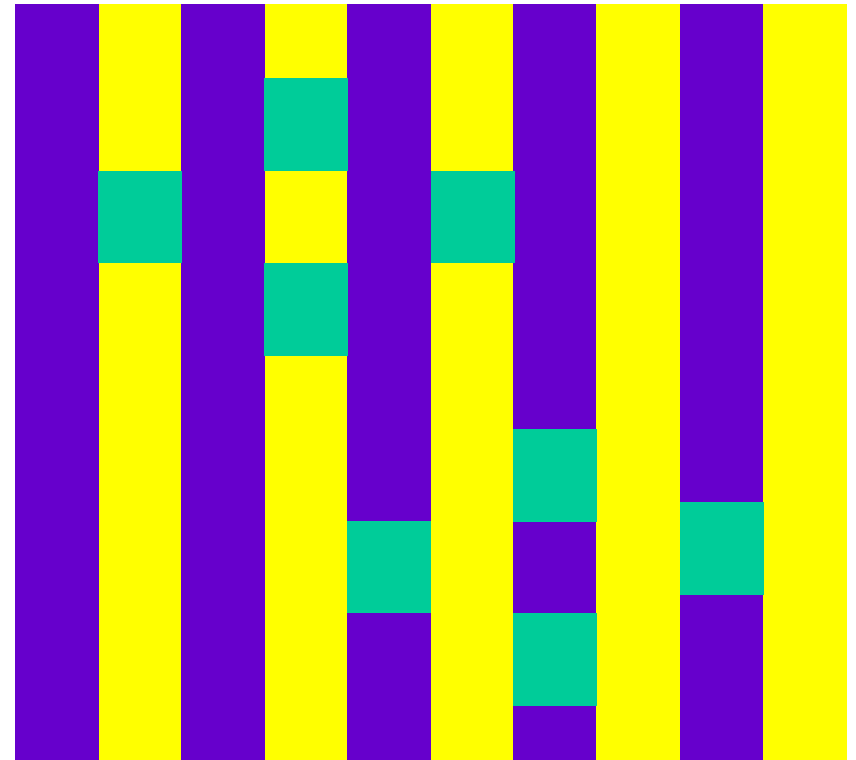
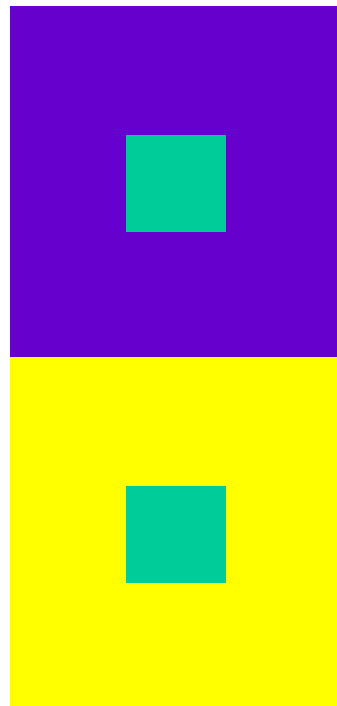
Co se stane v případech, kdy dojde k porušení podmínek Wright-Guildova experimentu?



Simultánní kontrast I

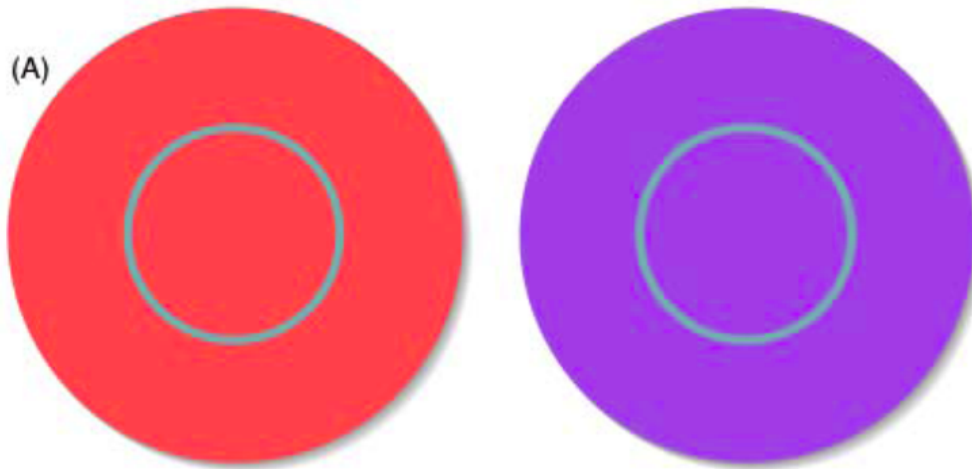


Achromatický a chromatický
simultánní kontrast

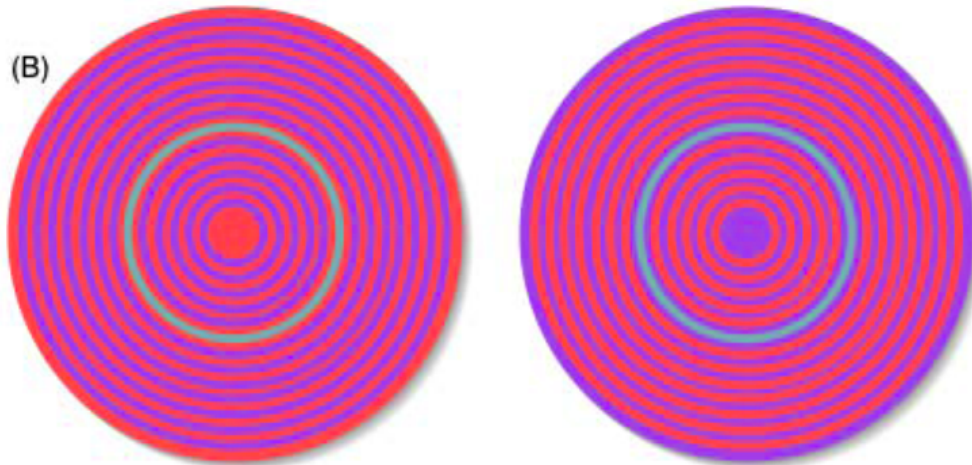


„Reálná“ ukázka chromatického
simultánní kontrast

Simultánní kontrast II

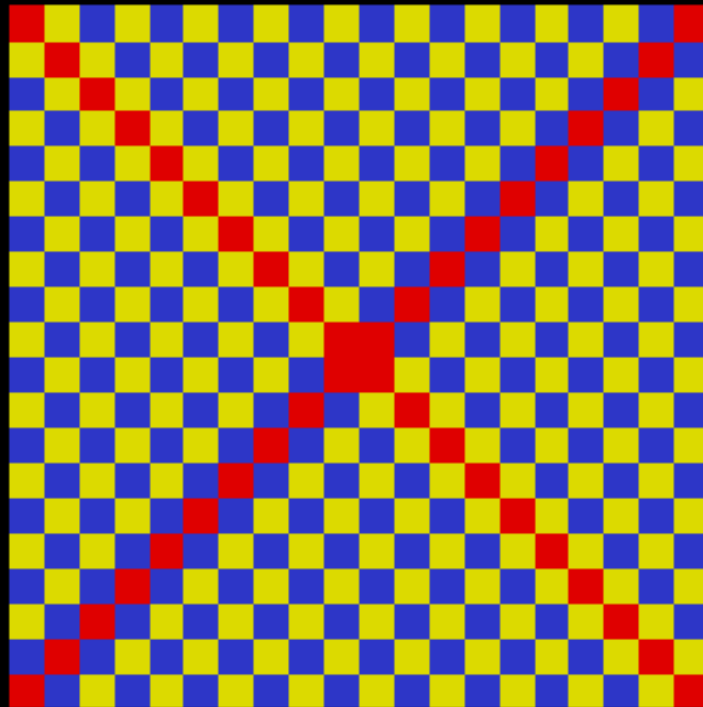


- vliv prostorově
komplexního obrazu –
vizuálně vnímaný barevný
rozdíl mezi objektivně barevně
shodnými kroužky je větší v
případě (B)

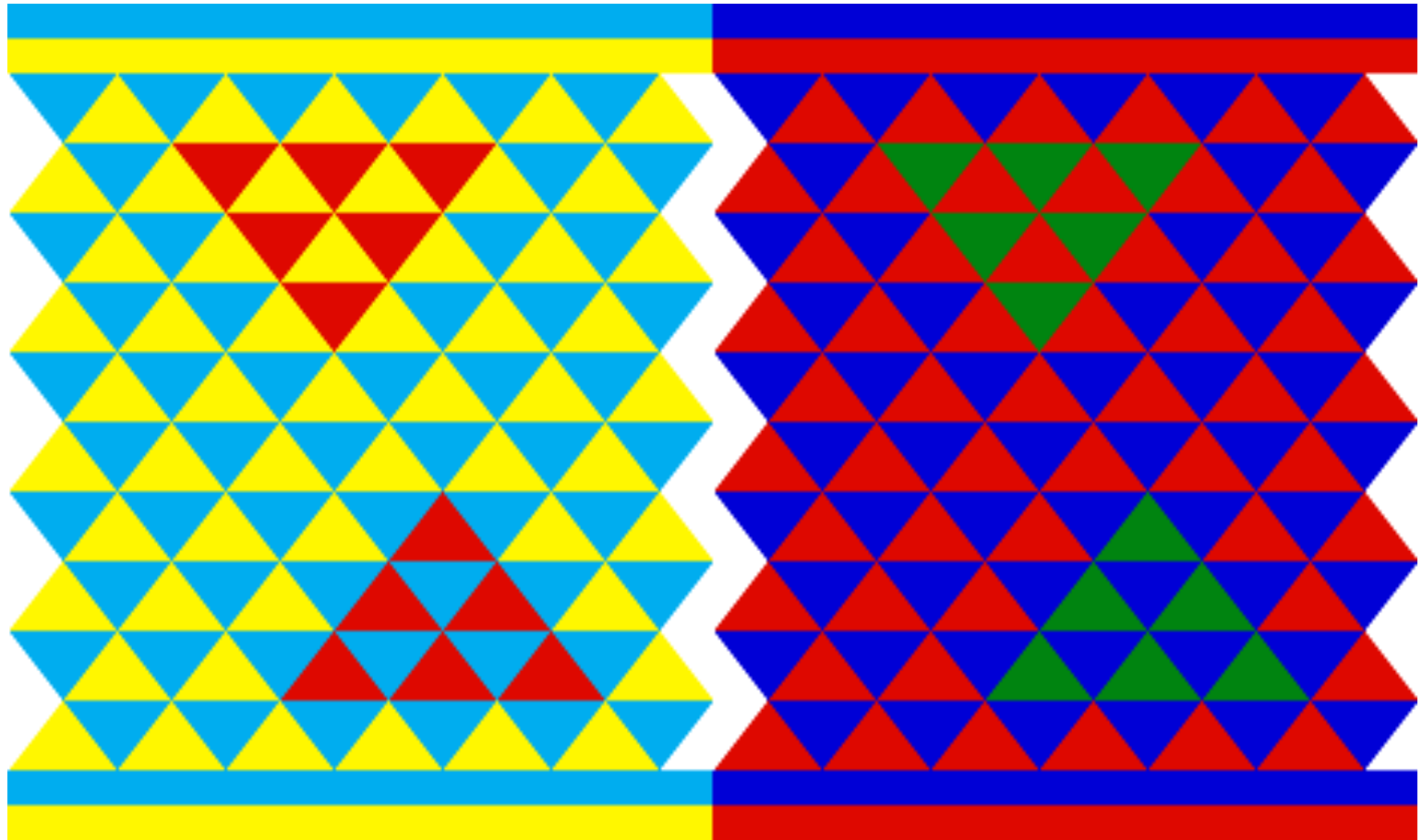


Adapted from
Garrett M. Johnson
Mark D. Fairchild

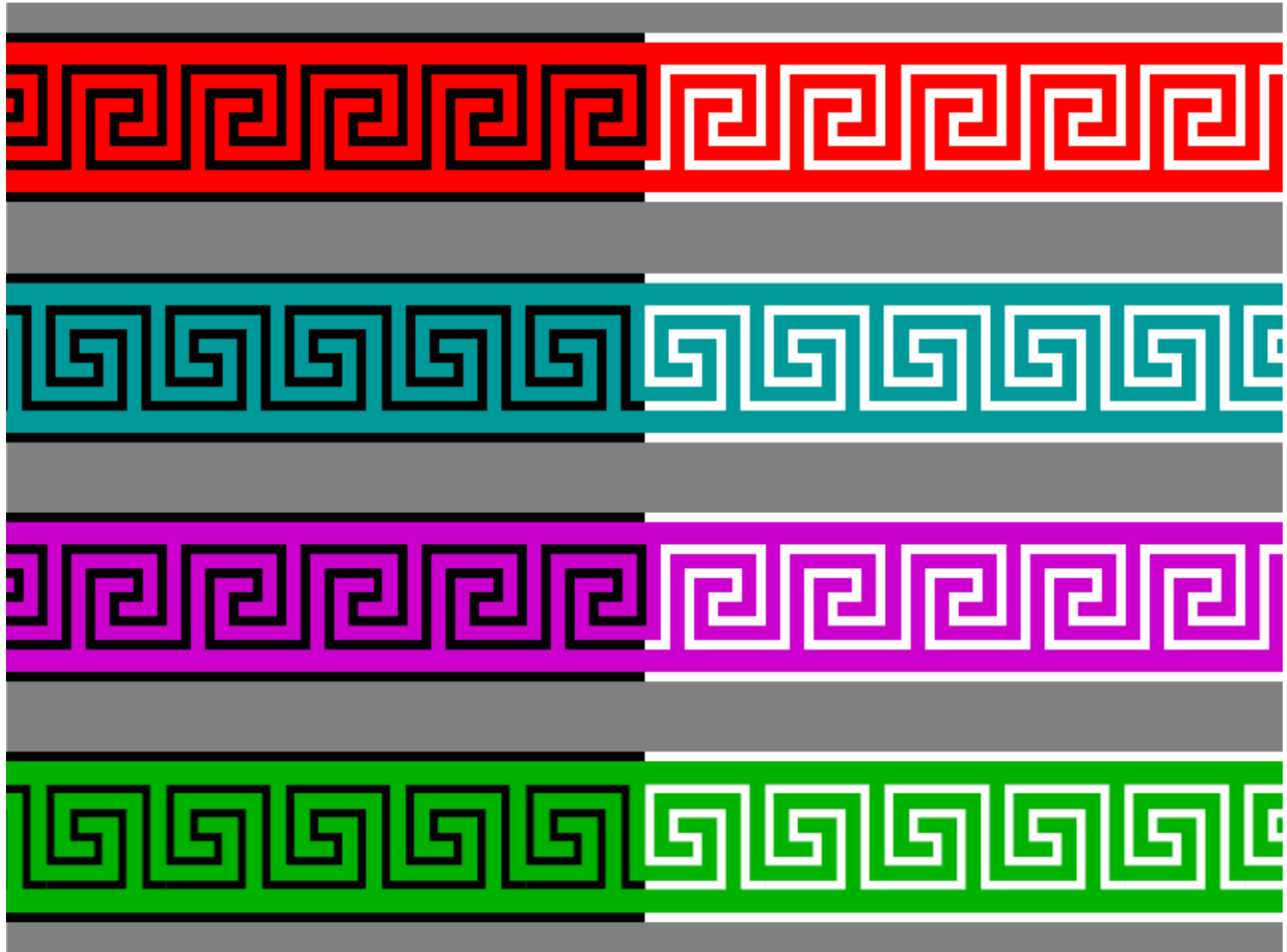
Asimilace barev I



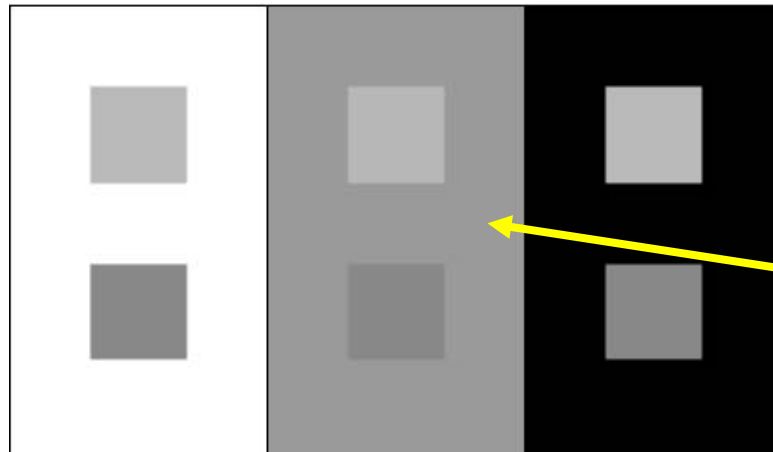
Asimilace barev II



Ohraničení barev



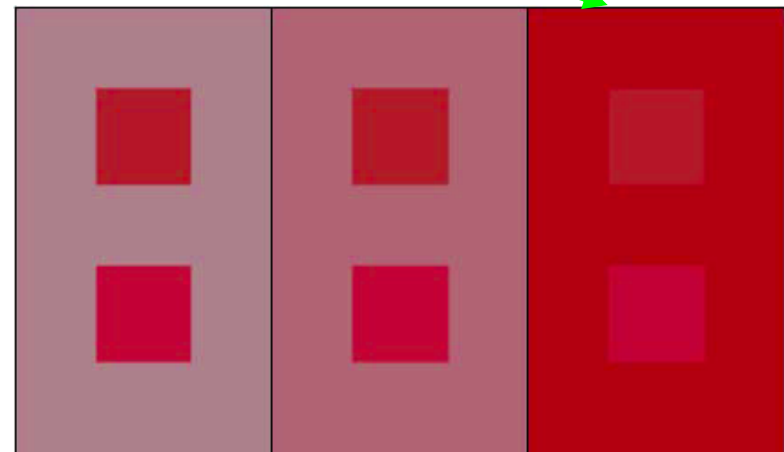
Crispening- zotřření obrysů



Vizuálně vnímaný barevný rozdíl mezi dvěma vzorky se jeví větší v případě pozadí s blízkou světlostí

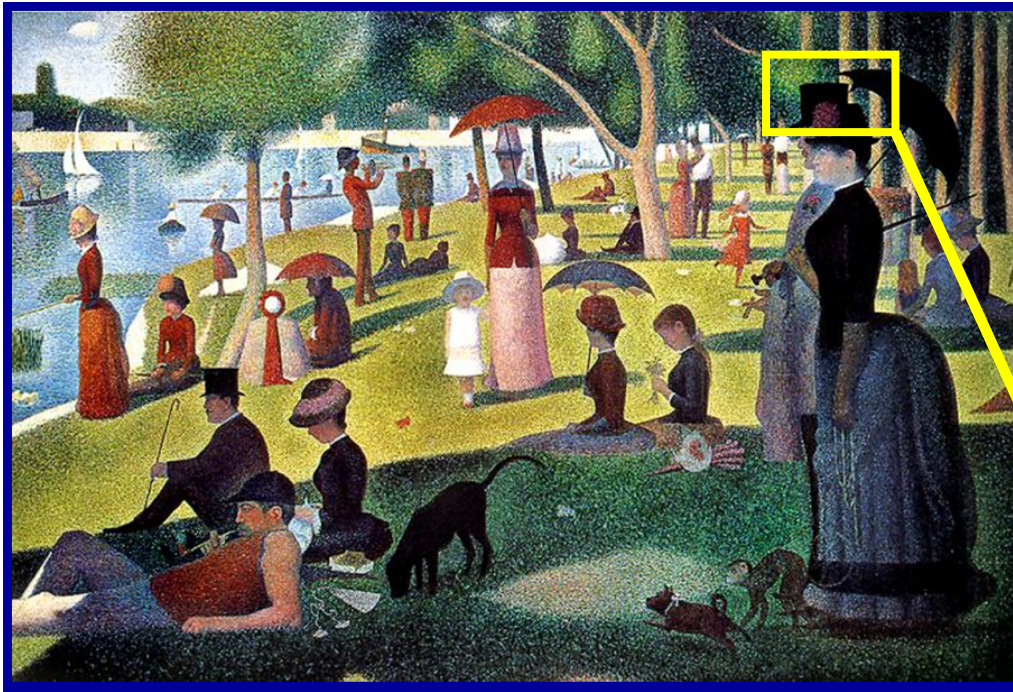
Příklad

Achromatického zotřření obrysů
Chromatického zotřření obrysů



Adapted from Garrett M. Johnson, Mark D. Fairchild

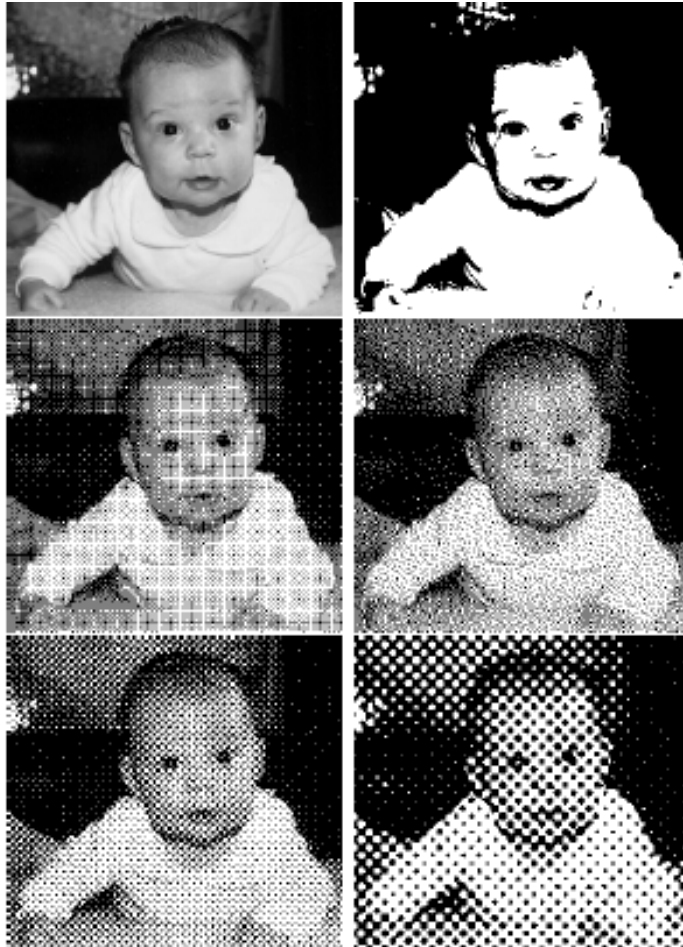
Pointilismus



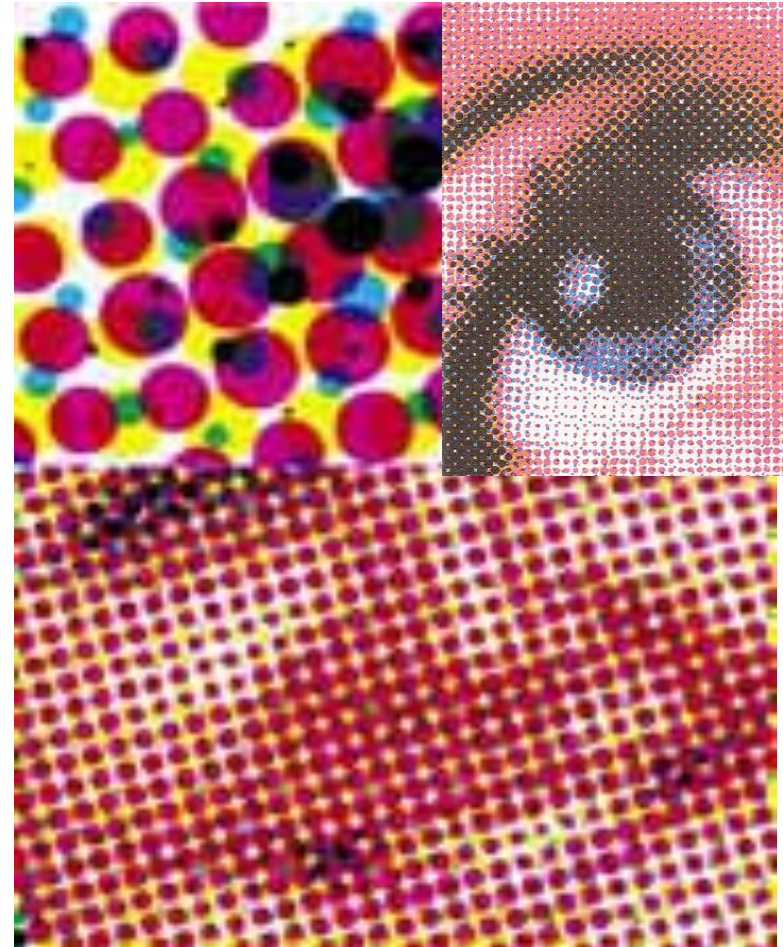
Georges Seurat 'La Grande Jatte', 1884-6
(Nedělní odpoledne na ostrově)

Vliv rozlišení - Offsetový tisk

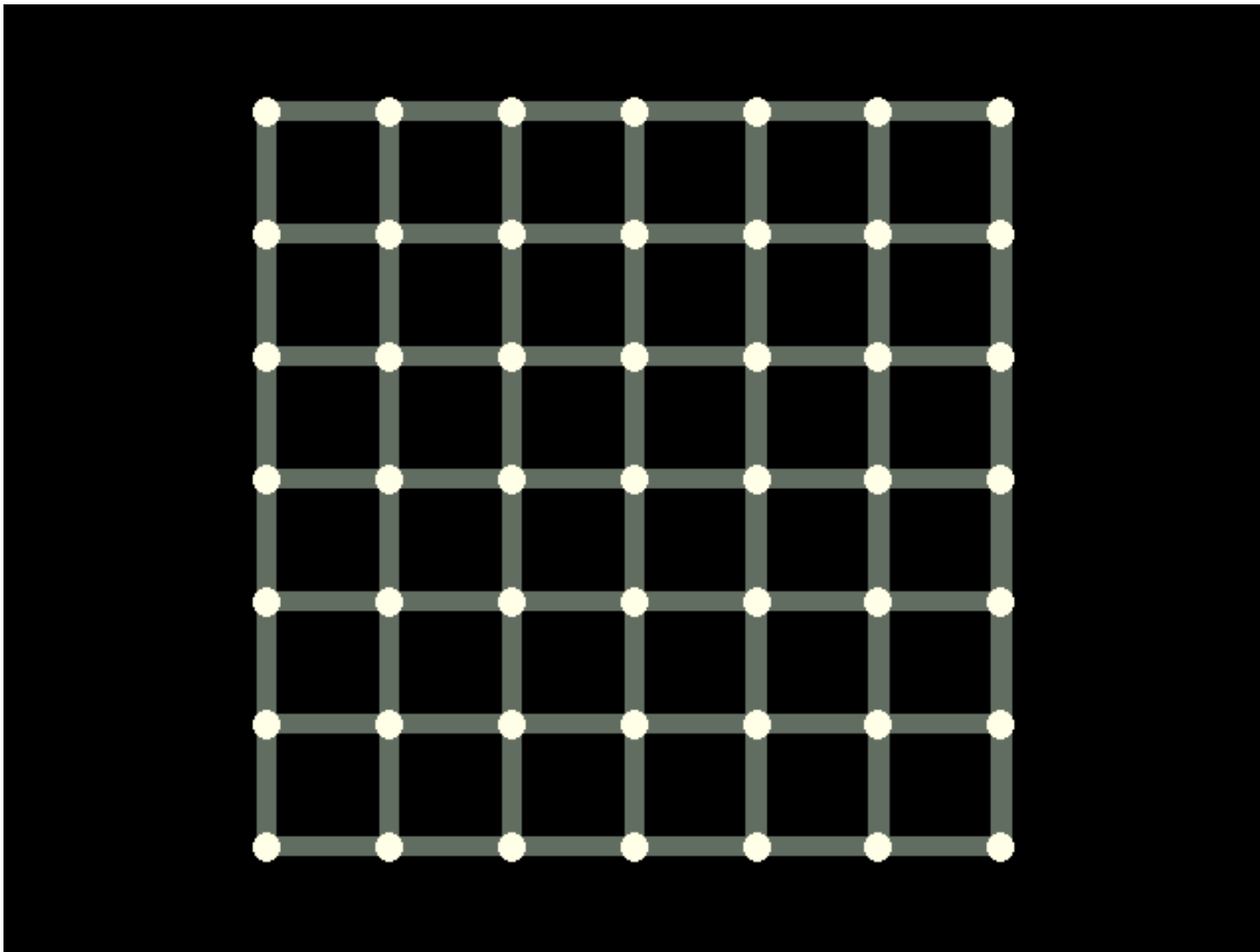
polotóny



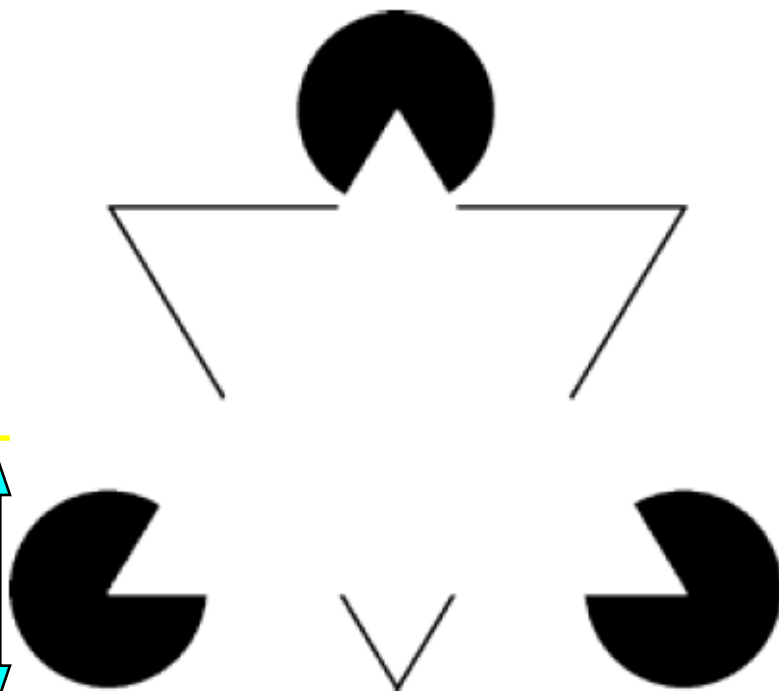
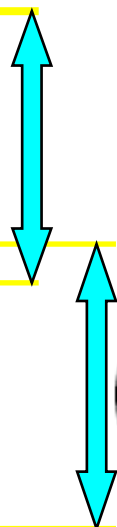
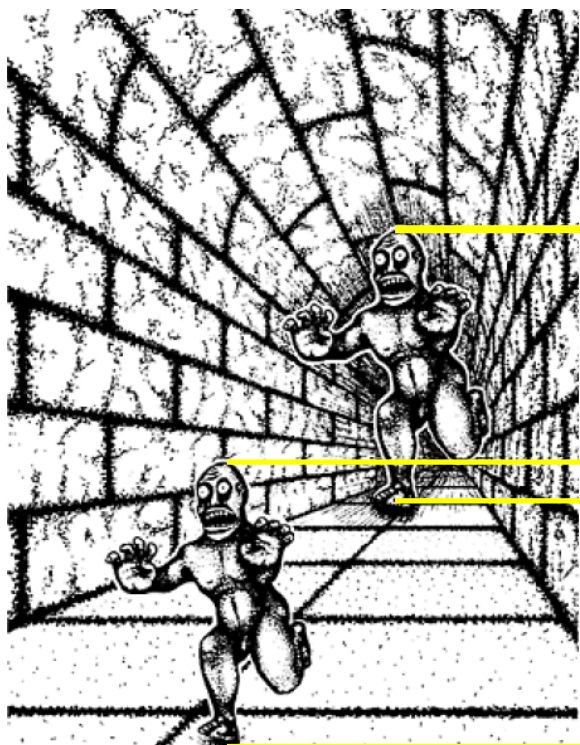
CMYK rastr



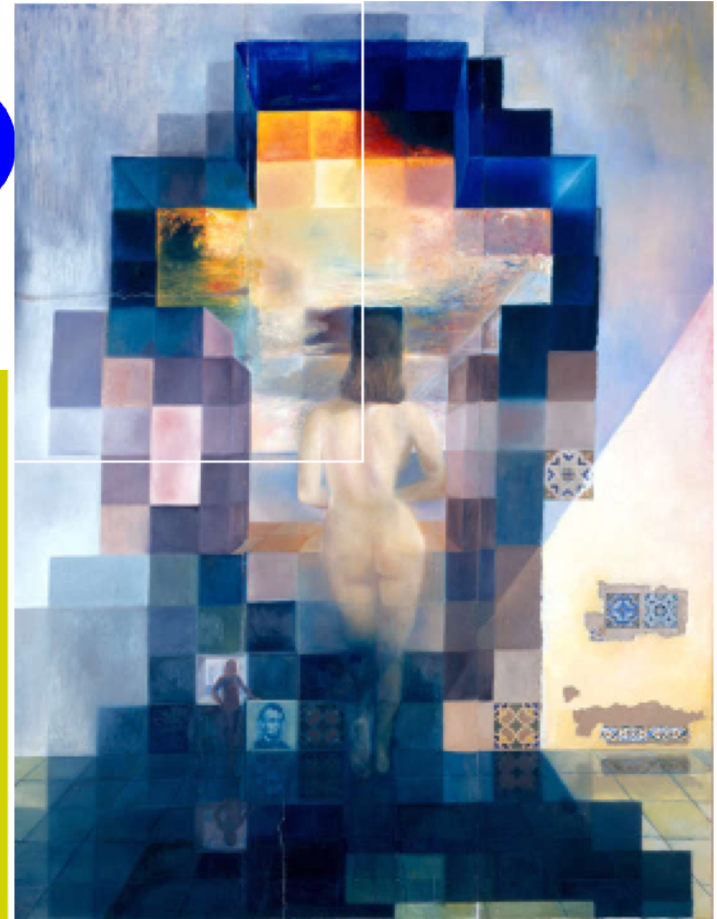
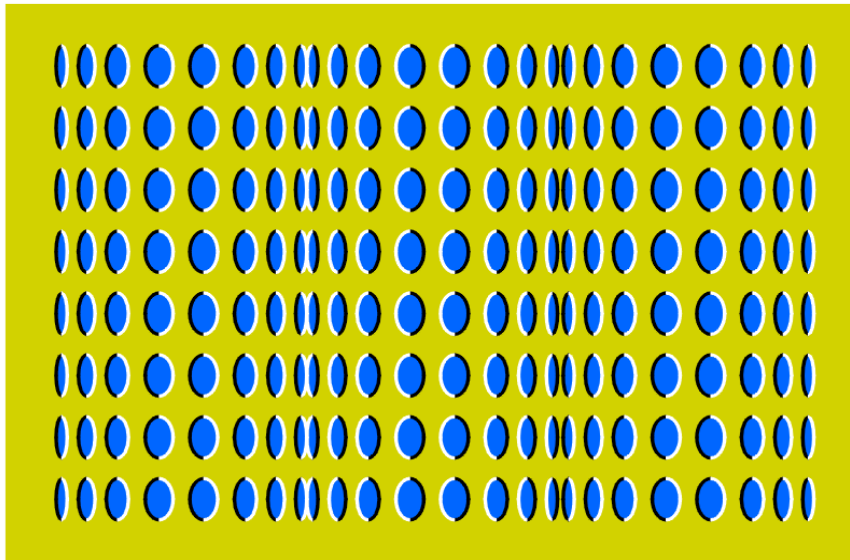
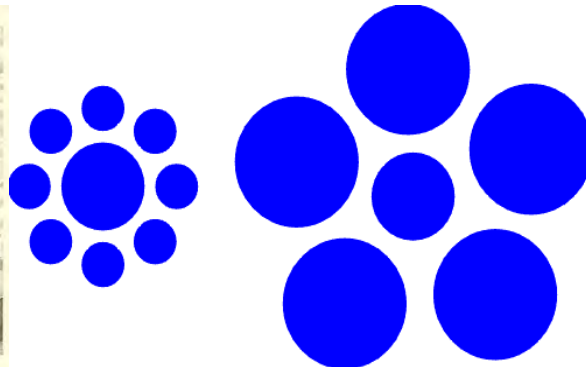
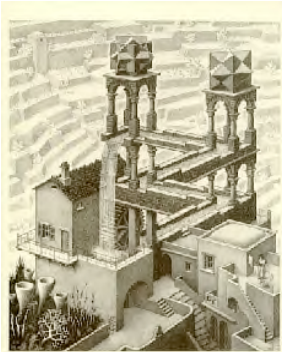
Hermannova mřížka



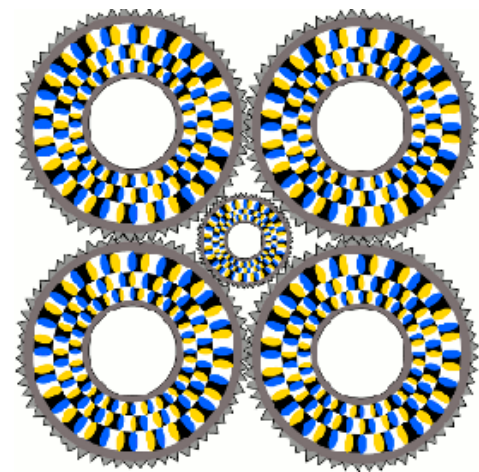
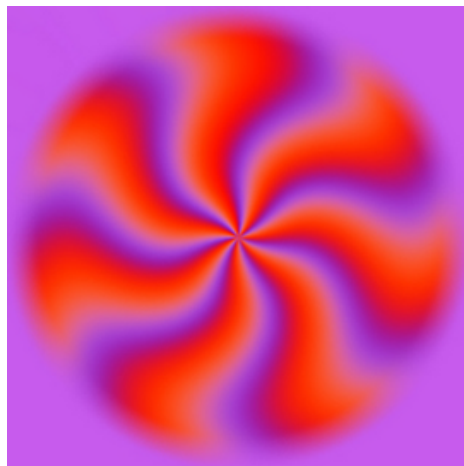
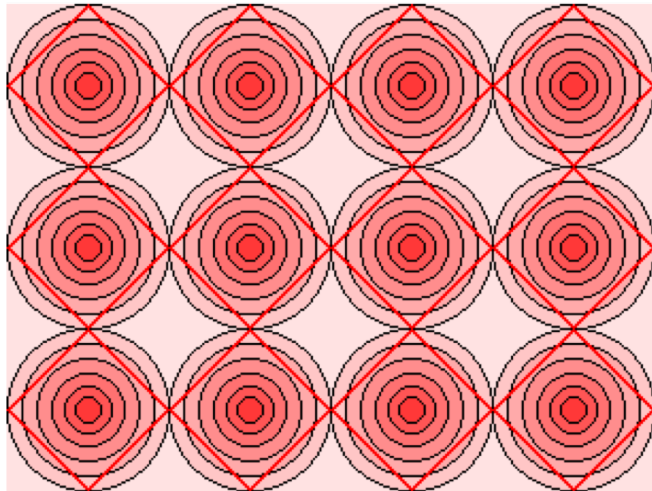
Vizuální iluze I



Vizuální iluze II

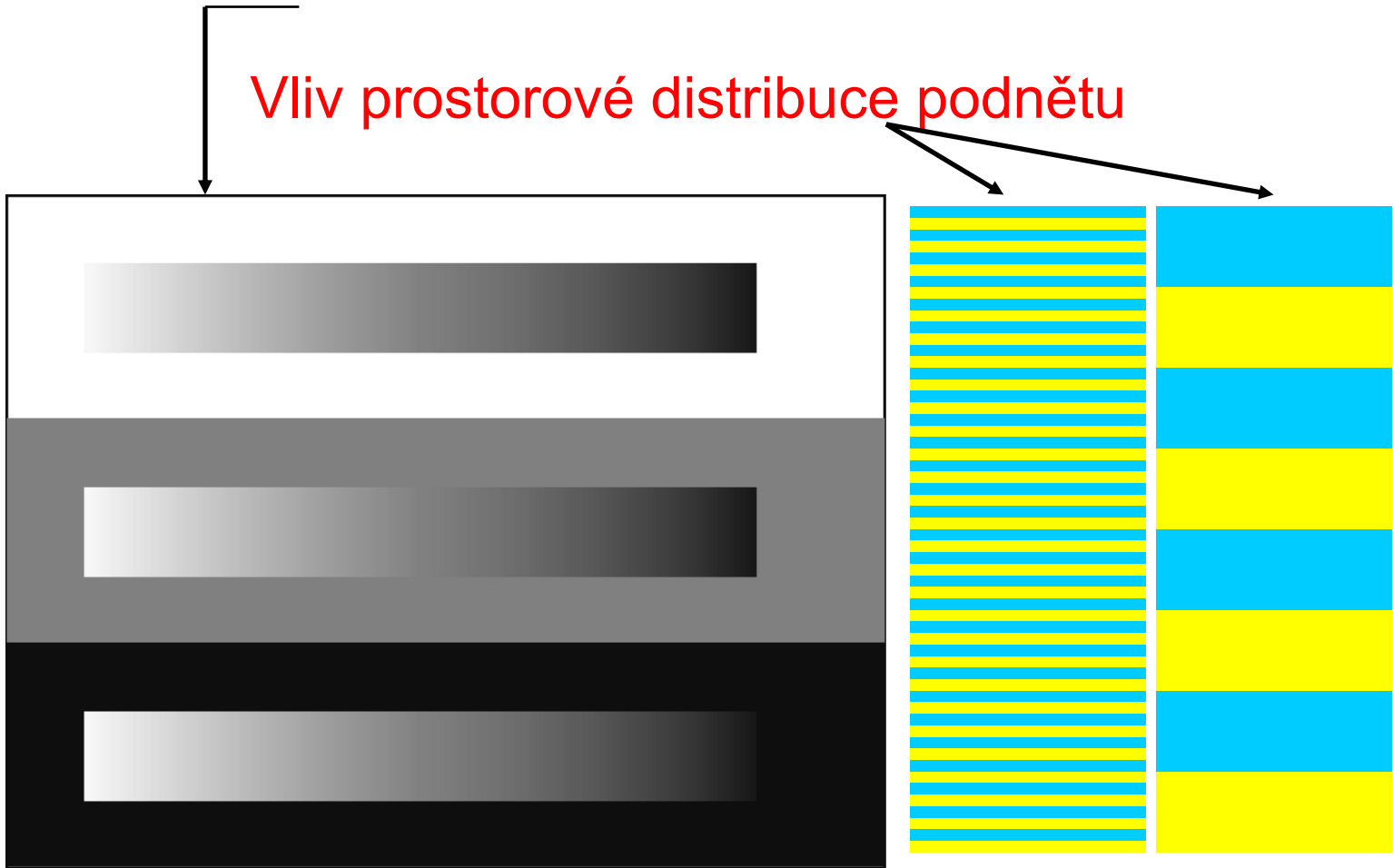


Vizuální iluze III



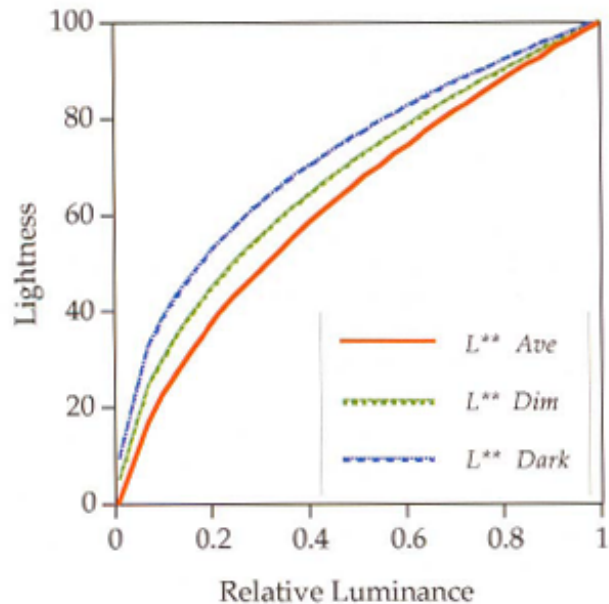
Šedá stupnice na různém pozadí

Vliv prostorové distribuce podnětu

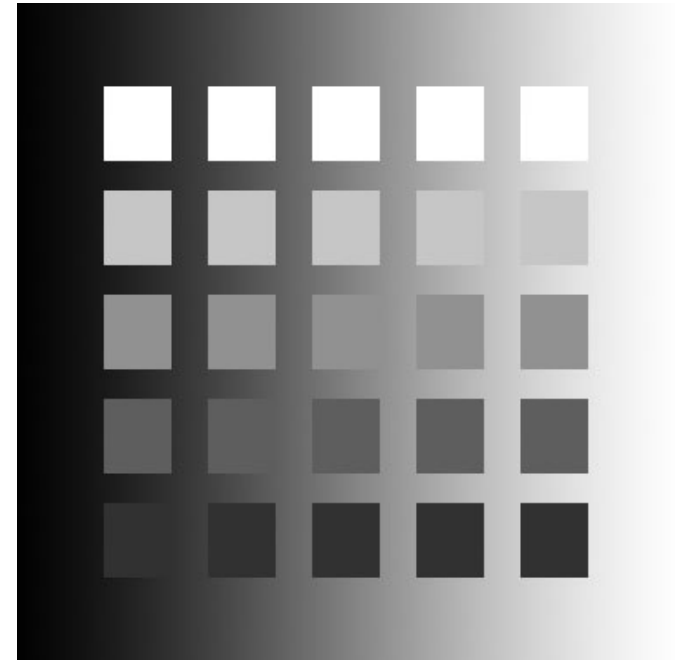


Bartleson-Brenemanův efekt

Vnímaný kontrast obrazu se zvyšuje je-li okolí měněno z tmavé na šerou až světlou



C. James Bartleson
(1929-1987)



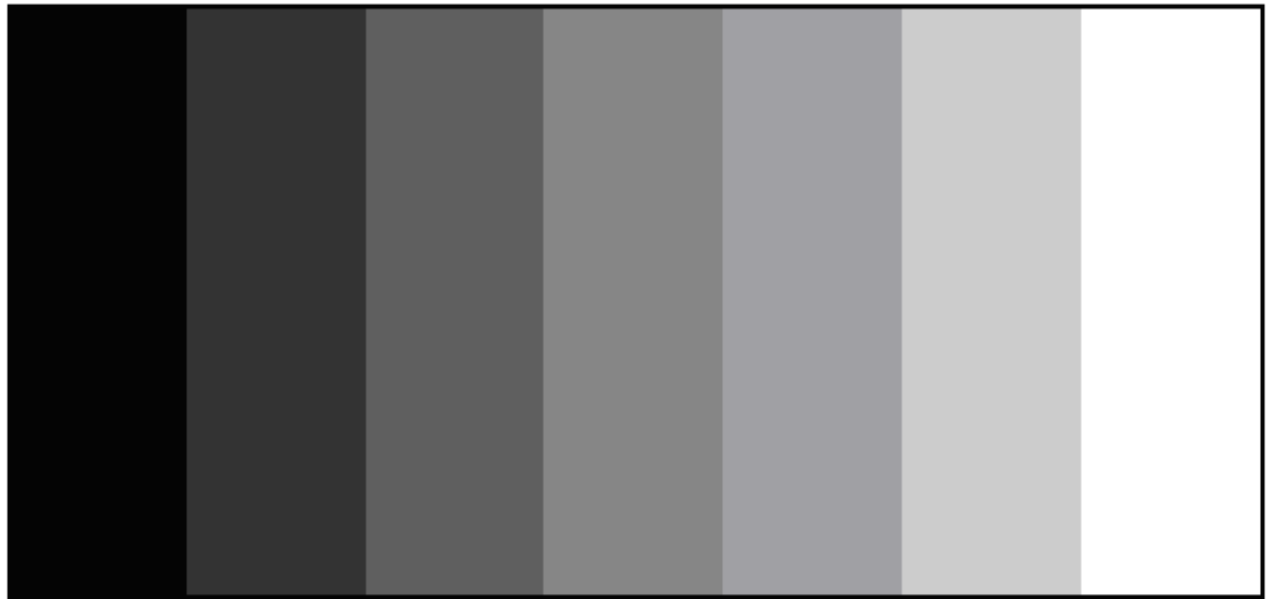
Tento jev se objeví proto, že tmavé okolí obrazu způsobuje, že se tmavé plochy jeví jasnější zatímco na světlé plochy nemá téměř vliv – díky tomu dojde ke změně vnímaného kontrastu.

Machovy pruhy

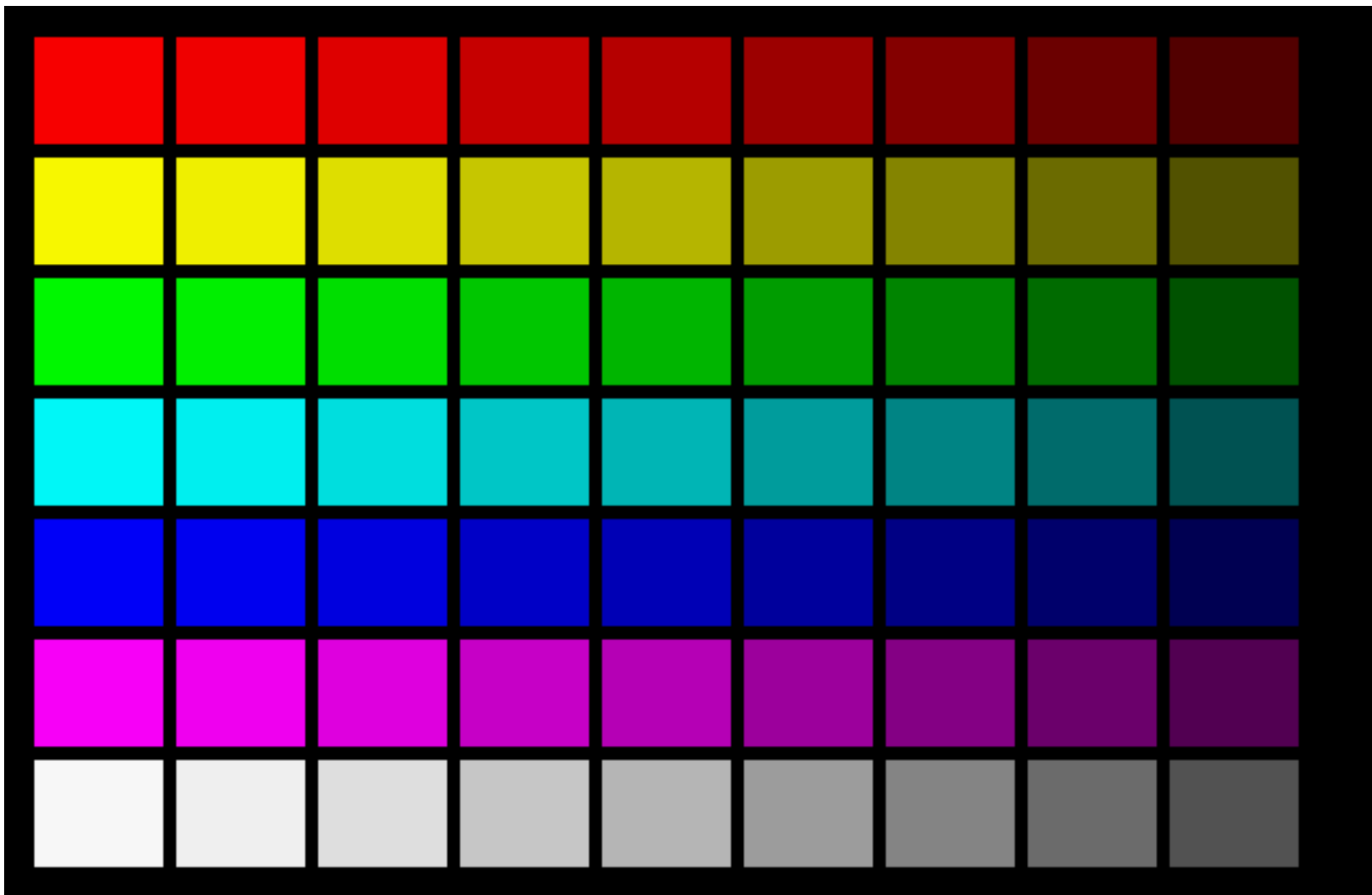
Kontrast podél náhlých přechodů(hran) se oku jeví větší, než ve skutečnosti je.

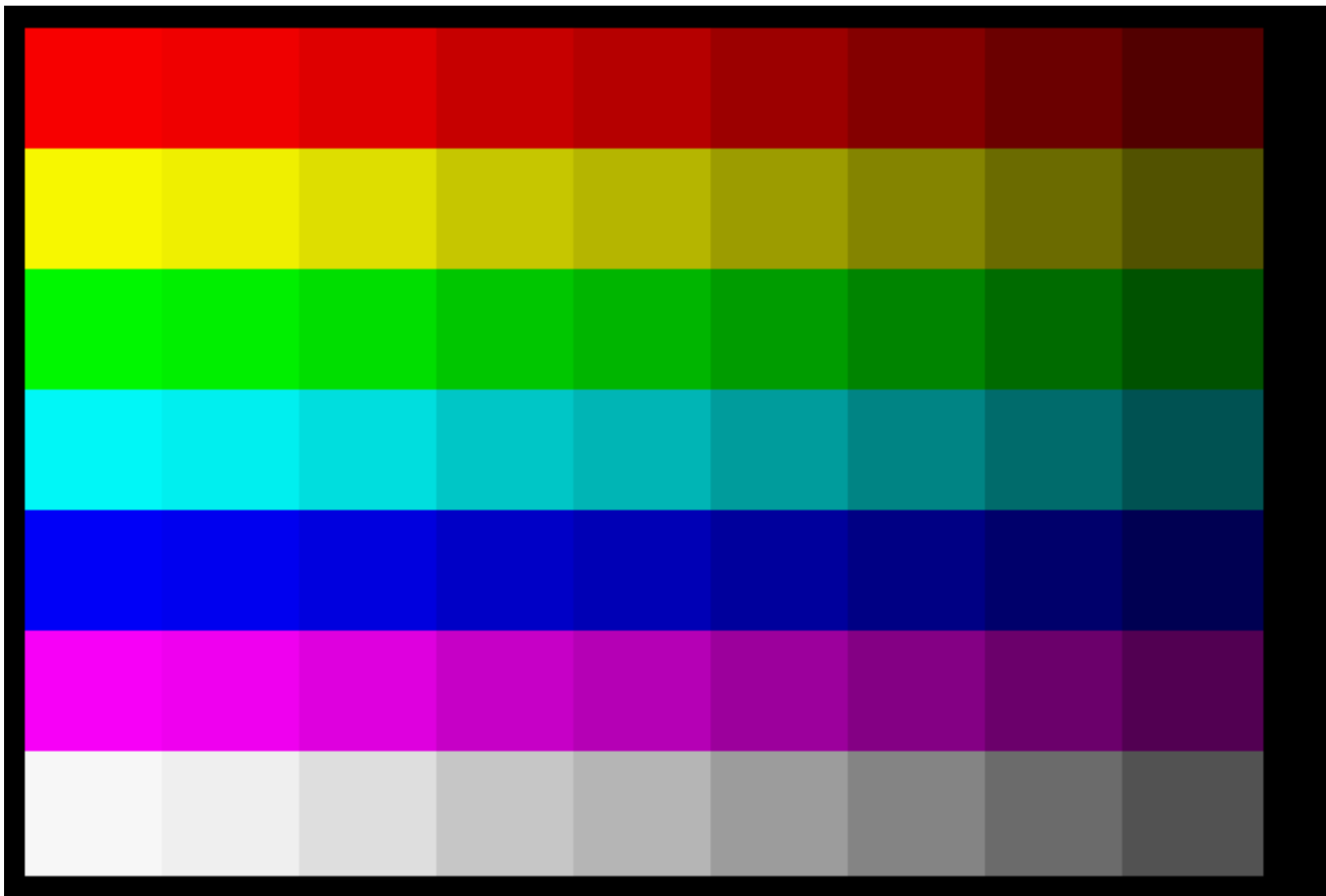


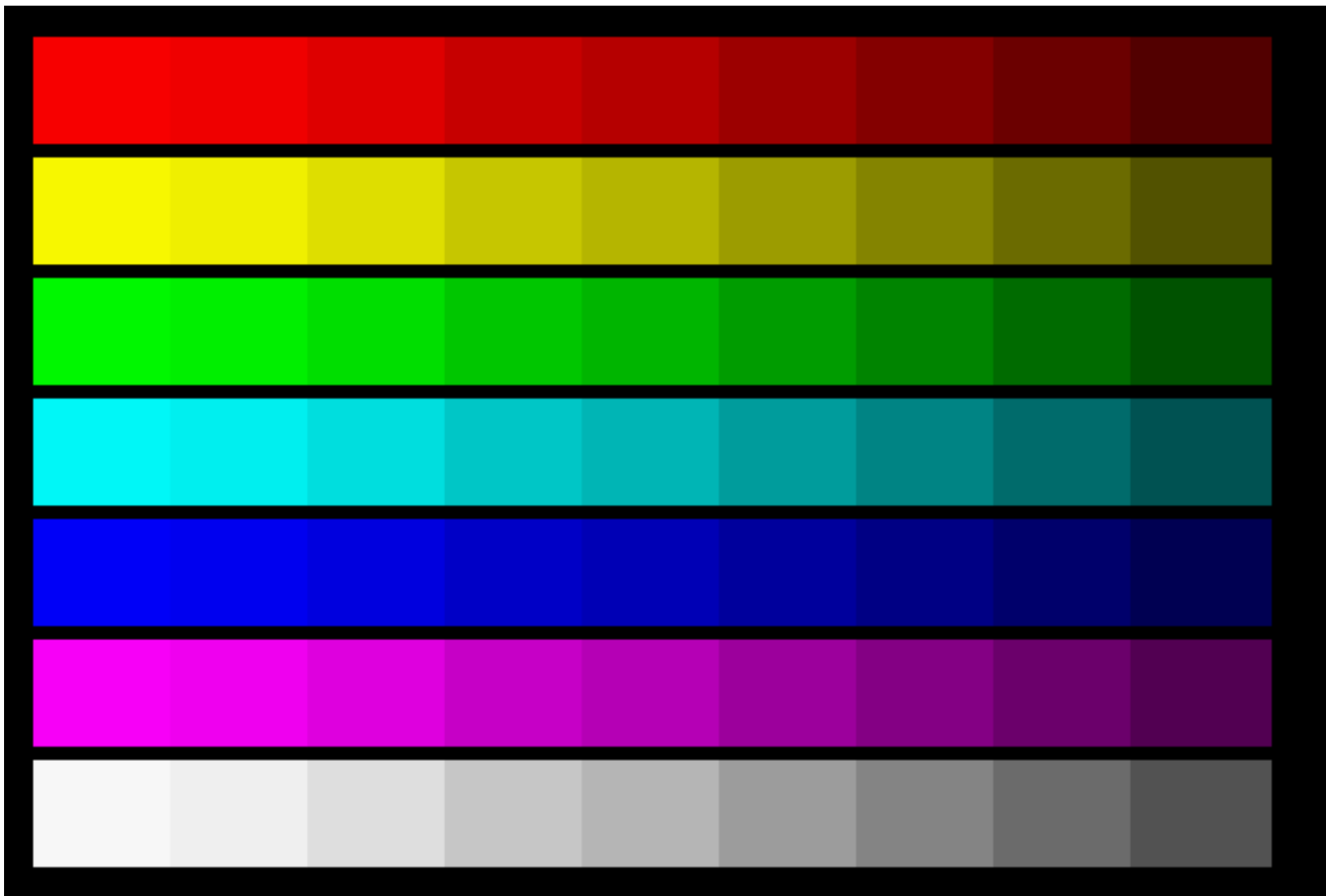
Ernst Mach
(1838-1916)

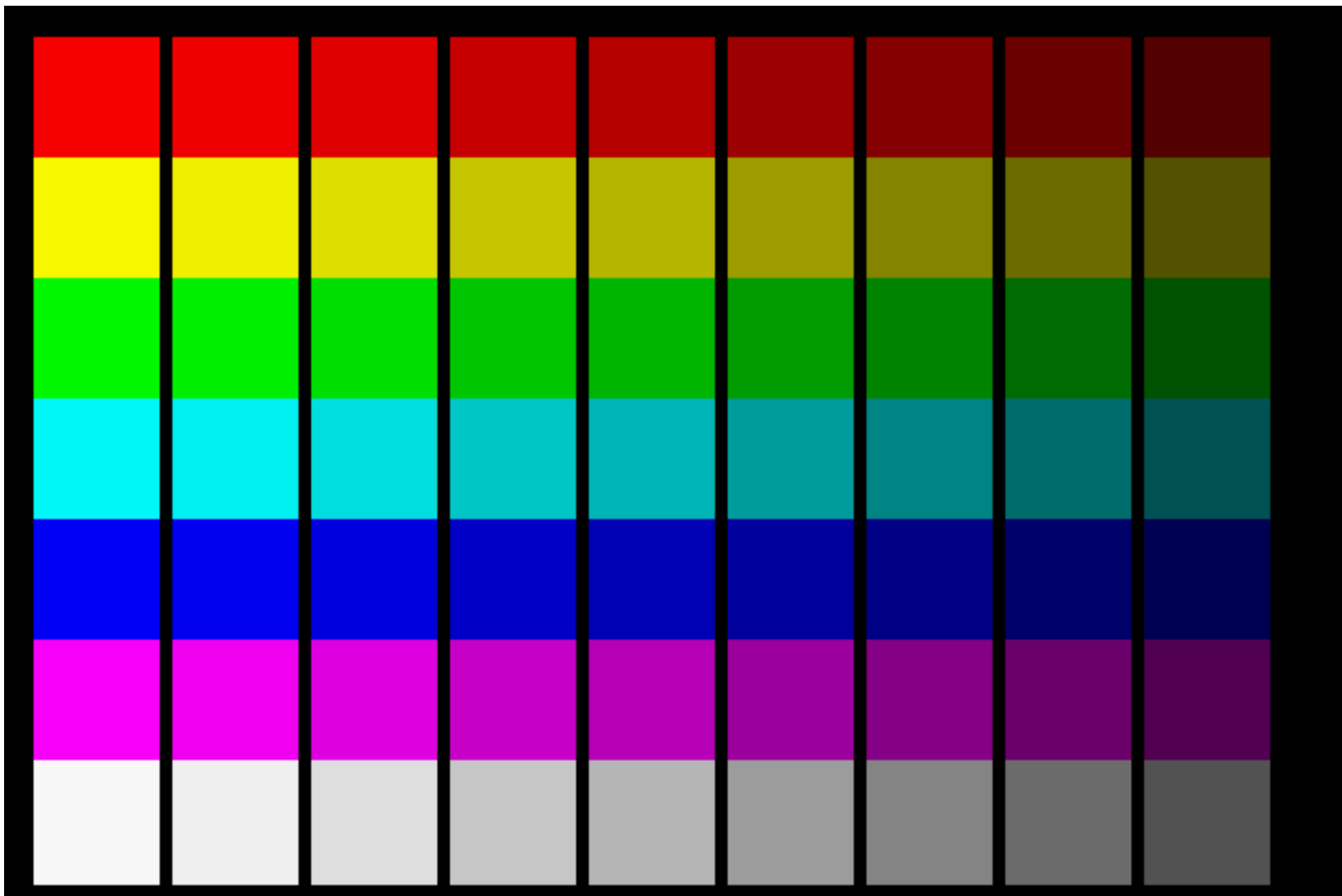


Díky tomuto efektu vypadá levá strana každého pruhu světlejší než pravá, ačkoli celý pruh je ve skutečnosti stejně tmavý (světlý).





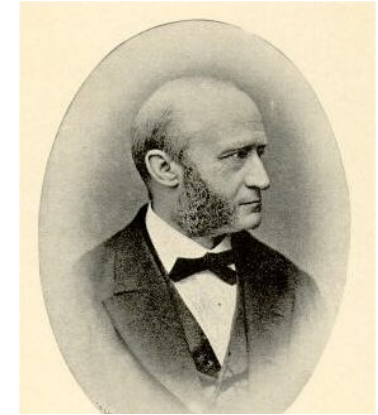
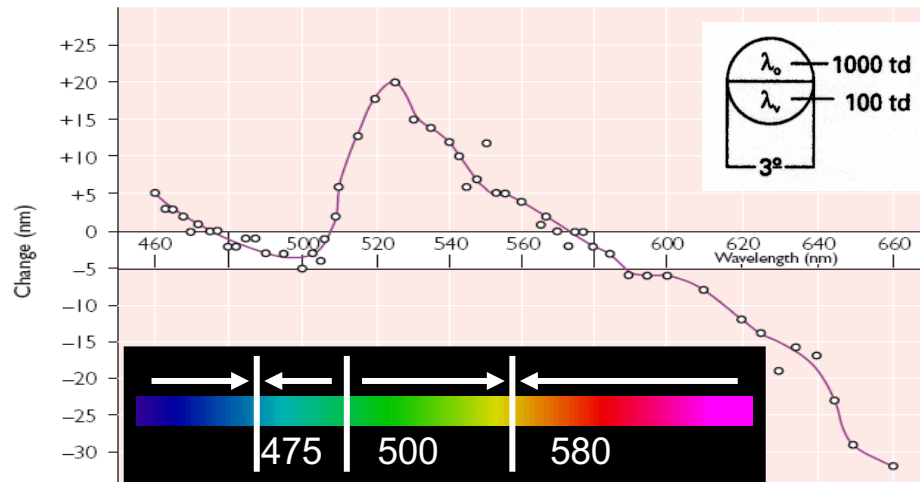




Bezold-Brücke efekt



Wilhelm von Bezold
(1837-1907)



Ernst Wilhelm Ritter
von Brücke
(1819-1892)

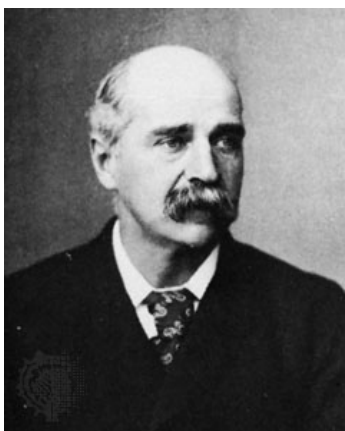
Změna odstínu s měnící se intenzitou osvětlení.



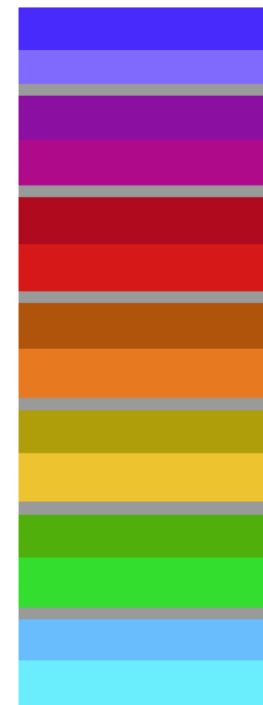
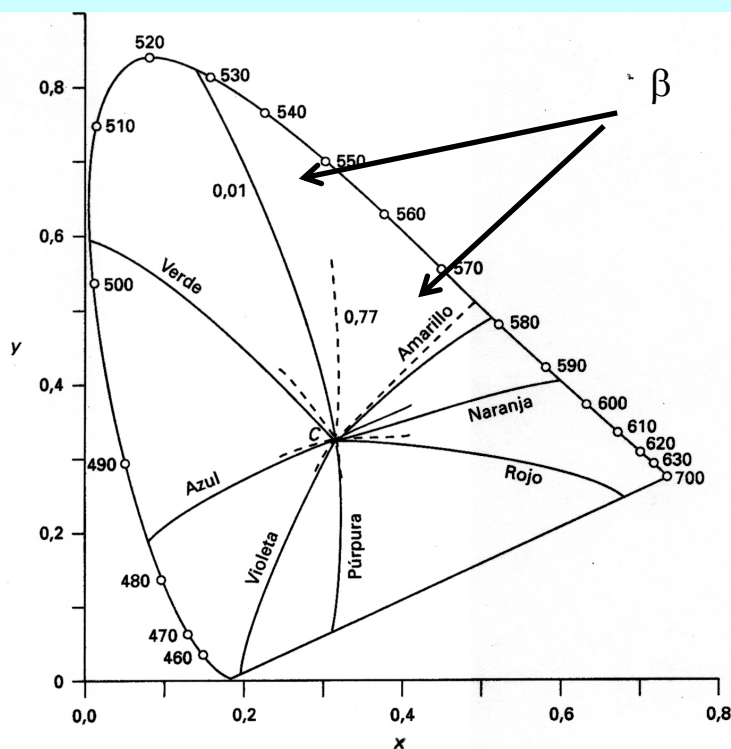
Experimentální data ukazují posun vlnových délek jednotlivých odstínů při 10-ti násobném snížení intenzity osvětlení

Abney efekt

Změna odstínu s kolorimetrickou čistotou



William de Wiveleslie
Abney
(1843–1920)



Abneyho efekt lze popsat jako vnímaný posun odstínu, ke kterému dochází v případě, že k monochromatickému světlu přidáváme světlo bílé

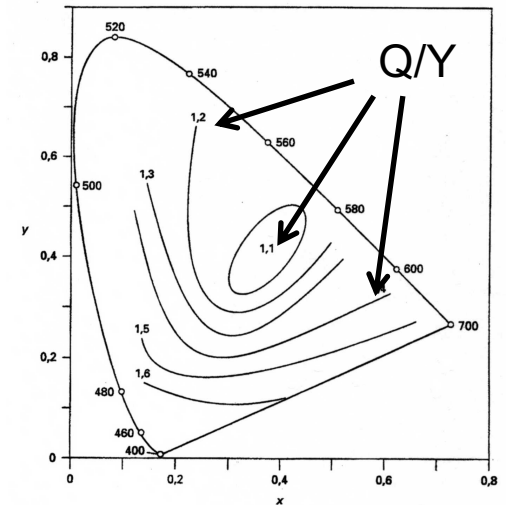
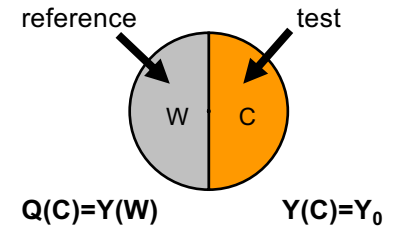
Helmholtz-Kohlrausch efekt

Jas závisí na intenzitě osvětlení a čistotě



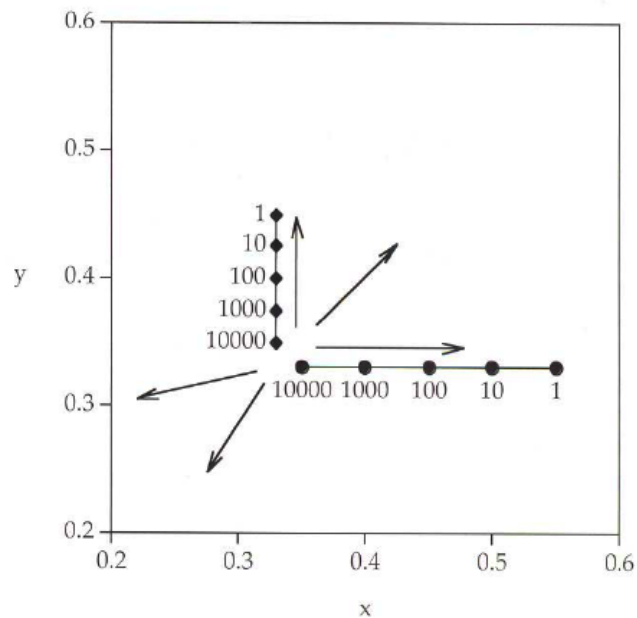
Tři vzorky mají stejnou hodnotu L^* jako šedivé pozadí, vypadají však znatelně světlejší

Dva objekty se stejnou hodnotou Munsellova jasu – jeden chromatický a druhý achromatický se znatelně liší ve vnímané světlosti



Huntův efekt

Barevná vydatnost se zvyšuje s rostoucí intenzitou osvětlení



**Robert Hunt
(1923-2018)**

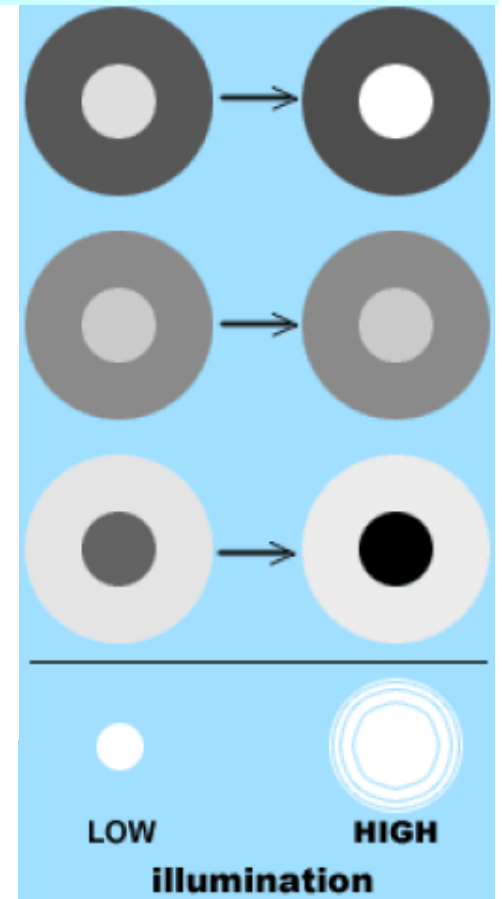
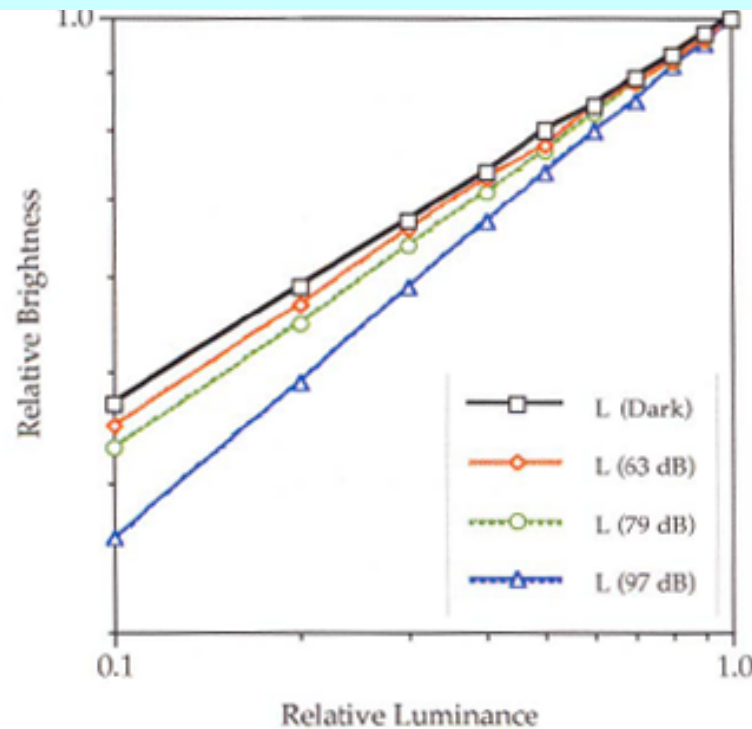
Jev, kdy vzorek o nižší čistotě odstínu se může jevit stejný jako vzorek o vyšší čistotě odstínu pokud je intenzita osvětlení vzorku s nižší čistotou adekvátně vyšší.

Stevensův efekt

Kontrast se zvyšuje s rostoucí intenzitou osvětlení - s rostoucí intenzitou osvětlení se světlé barvy jeví světlejší a tmavé tmavší



Stanley Smith Stevens
(1906-1973)



Změny ve světelném kontrastu jako funkce adaptační intenzity osvětlení

Stevens-Huntův efekt

0.1 cd/m²

1.0 cd/m²

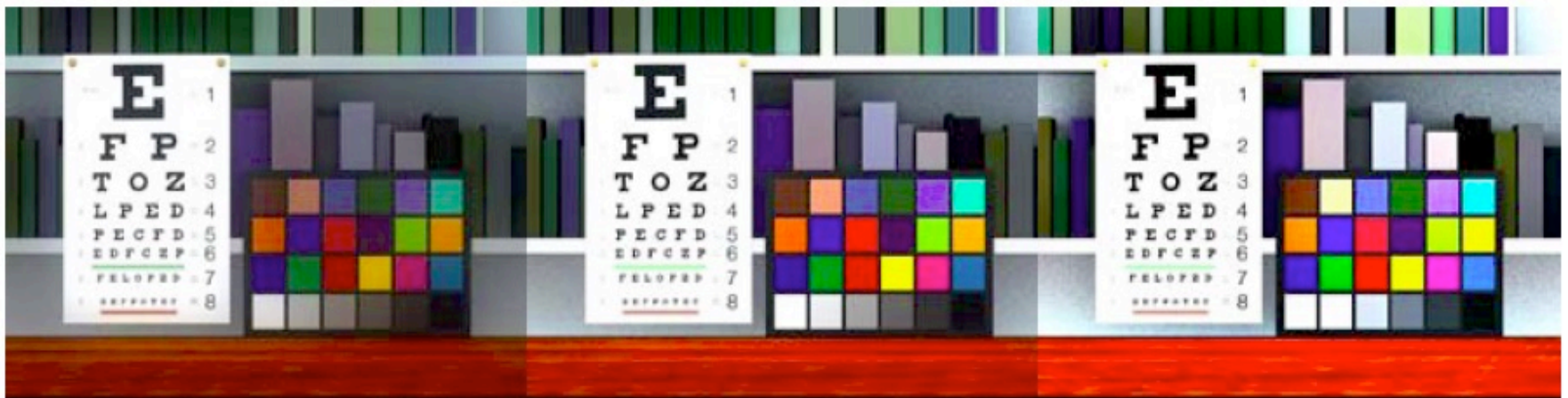
10 cd/m²



100 cd/m²

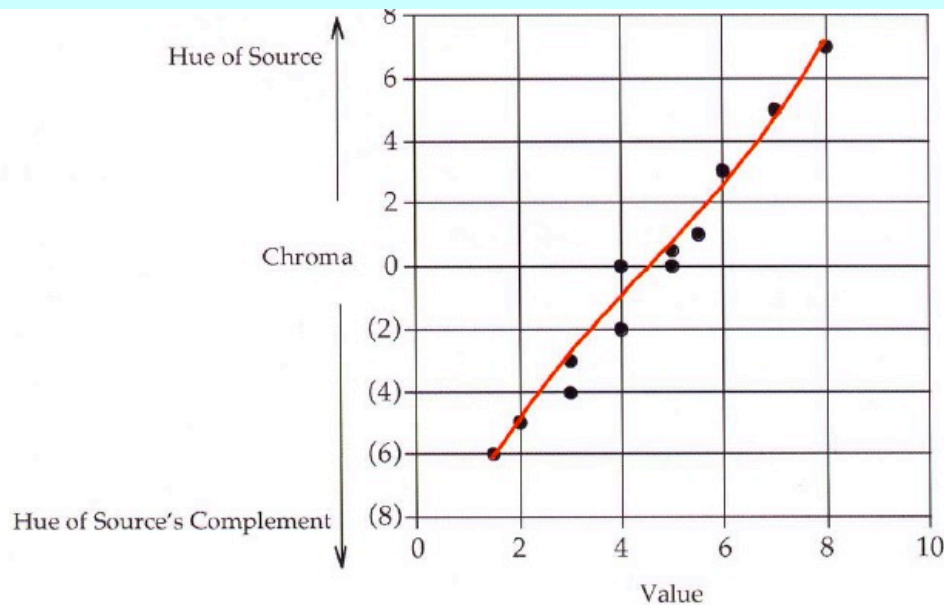
1000 cd/m²

10,000 cd/m²



Helson - Juddův efekt

Odstín neselektivních vzorků – jev, kdy jasné barvy jakoby odebírají odstín pozadí nebo kdy tmavé jakoby odebírají svou komplementární barvu pozadí

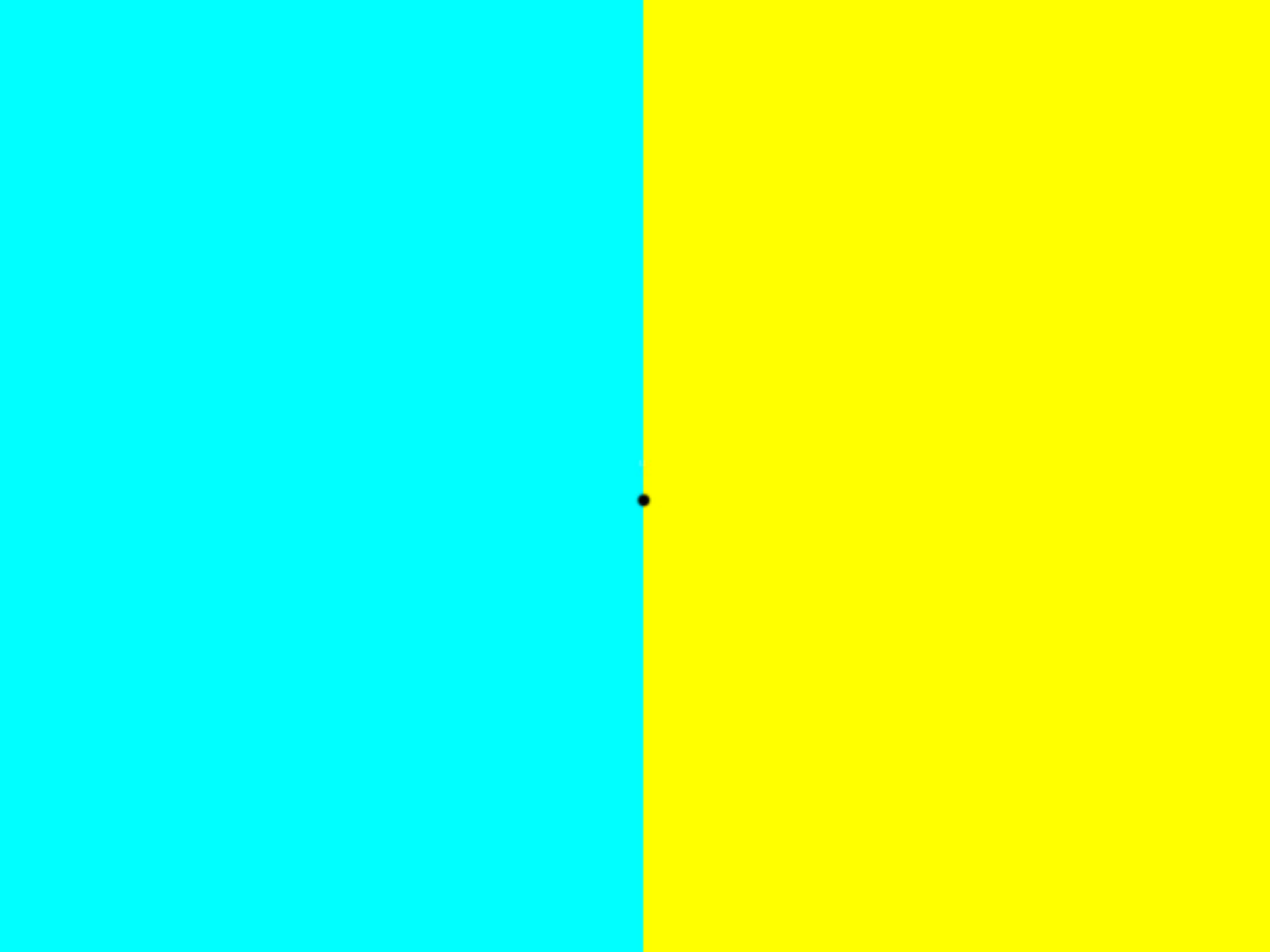


Deane Brewster Judd
(1900–1972)

Helson-Juddův efekt je iluzorní a tudíž ani nemůže být pozorován za normálních podmínek. Ukazuje, že neselektivní vzorky se nejeví jako neutrální pod silně chromatickým osvětlením.

Příklad vlivu chromatické adaptace I

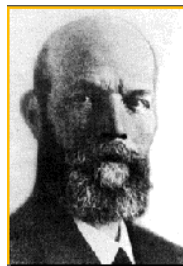








Chromatická adaptace I



von Kries - 1902

$$L/L_{\max} \quad M/M_{\max} \quad S/S_{\max}$$



Hunt - 1994

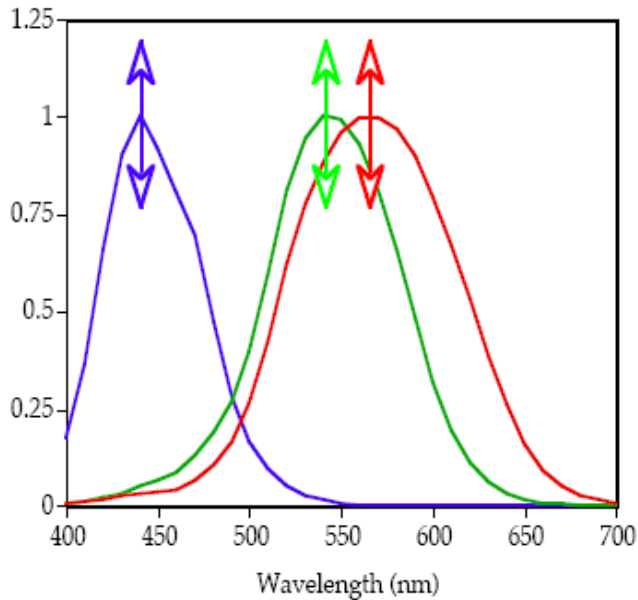
$$f_n(F_L F_{\rho} \rho / \rho_w) + \rho_D + 1$$

Nayatani et al - 1995

$$[(L+n)/(L_0+n)]^{\beta}$$

AIC Color Congress Kyoto 1997 – **CIE CAM97**
Syntéza modelů Hunt, Nayatani, Fairchild a dalších

Chromatická adaptace II

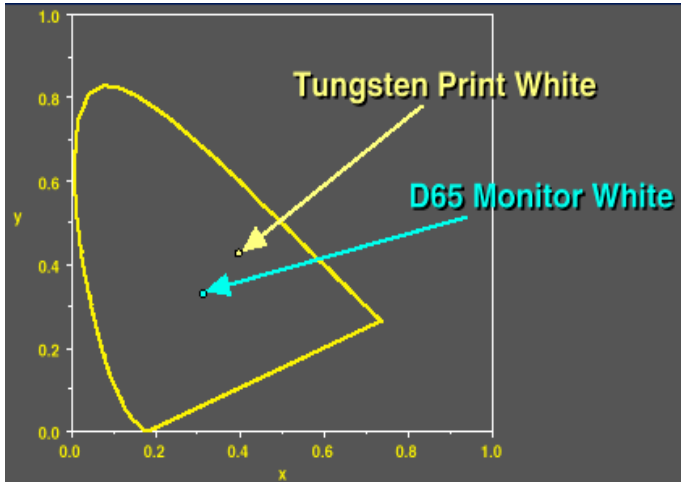


$$\begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{pmatrix} = \mathbf{M}_{CAT}^{-1} \begin{pmatrix} R_{w2} & 0 & 0 \\ 0 & G_{w2} & 0 \\ 0 & 0 & B_{w2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1/R_{w1} & 0 & 0 \\ 0 & 1/G_{w1} & 0 \\ 0 & 0 & 1/B_{w1} \end{pmatrix} \mathbf{M}_{CAT} \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix}$$

Podnět před adaptací

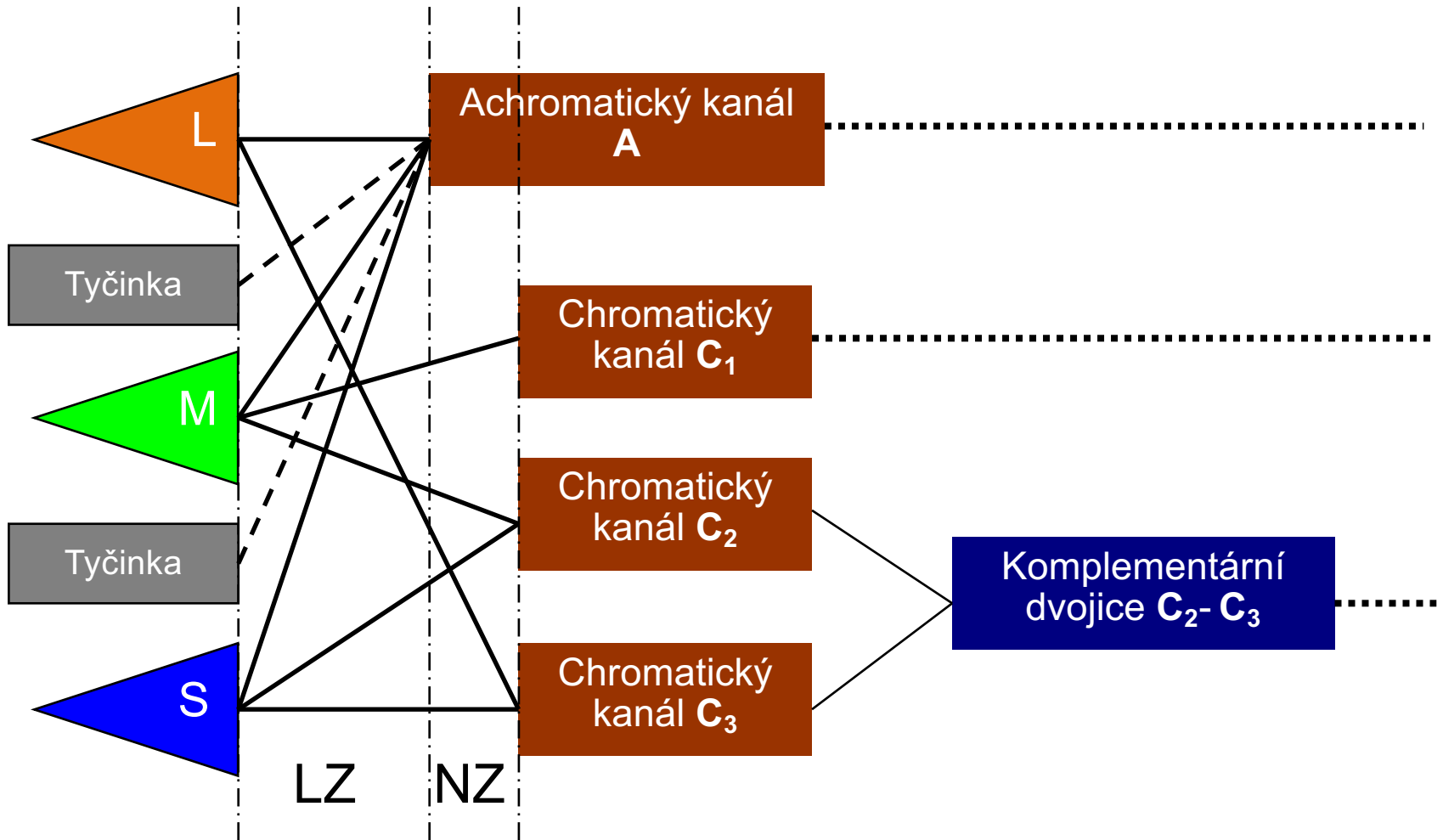
Transformace

Podnět po adaptaci

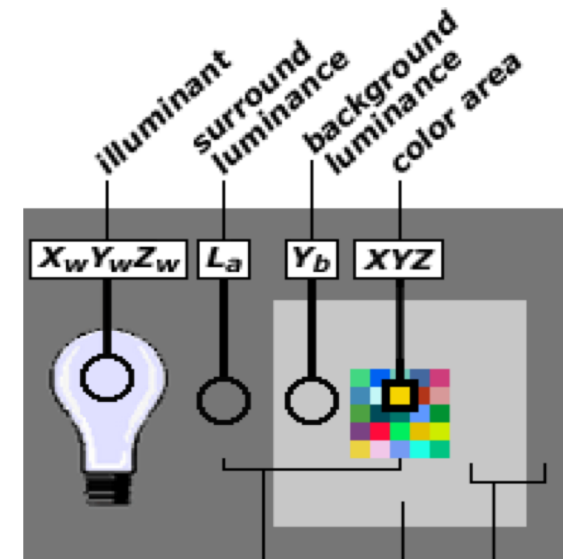
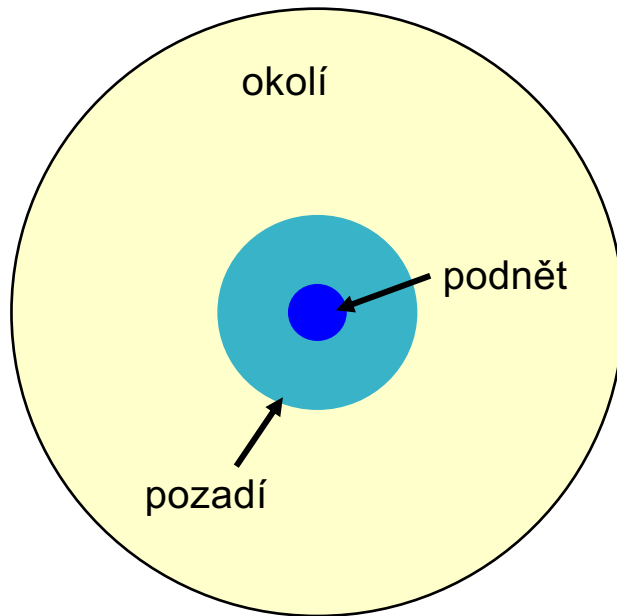


$$\mathbf{M}_{CAT02} = \begin{pmatrix} 0.7328 & 0.4296 & -0.1624 \\ -0.7036 & 1.6975 & 0.0061 \\ 0.0030 & 0.0136 & 0.9834 \end{pmatrix} \quad \mathbf{M}_{CAT02}^{-1} = \begin{pmatrix} 1.096124 & -0.278869 & 0.182745 \\ 0.454369 & 0.473533 & 0.072098 \\ -0.009628 & -0.005698 & 1.015326 \end{pmatrix}$$

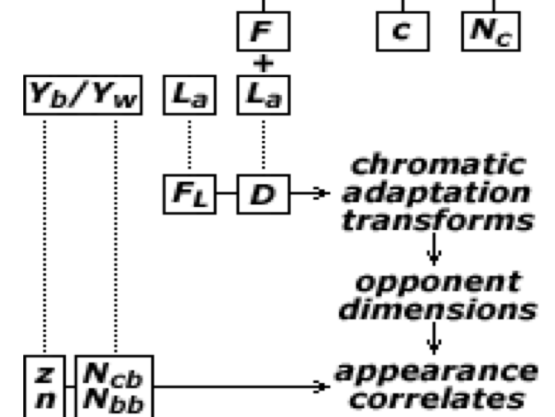
Komplexní modely pro hodnocení barevnosti a vzhledu I



Komplexní modely pro hodnocení barevnosti a vzhledu II



Podmínky pozorování	c	N_c	F
Tmavé okolí (projektory)	0.525	0.8	0.8
Tlumené okolí (CRT a LCD)	0.59	0.9	0.9
Průměrné okolí (barevné povrchy)	0.69	1.0	1.0



CIECAM02 I

$$k = \frac{1}{5L_A + 1}$$

$$F_L = 0.2k^4 (5L_A) + 0.1(1 - k^4)^2 (5L_A)^{1/3}$$

$$n = \frac{Y_b}{Y_w}$$

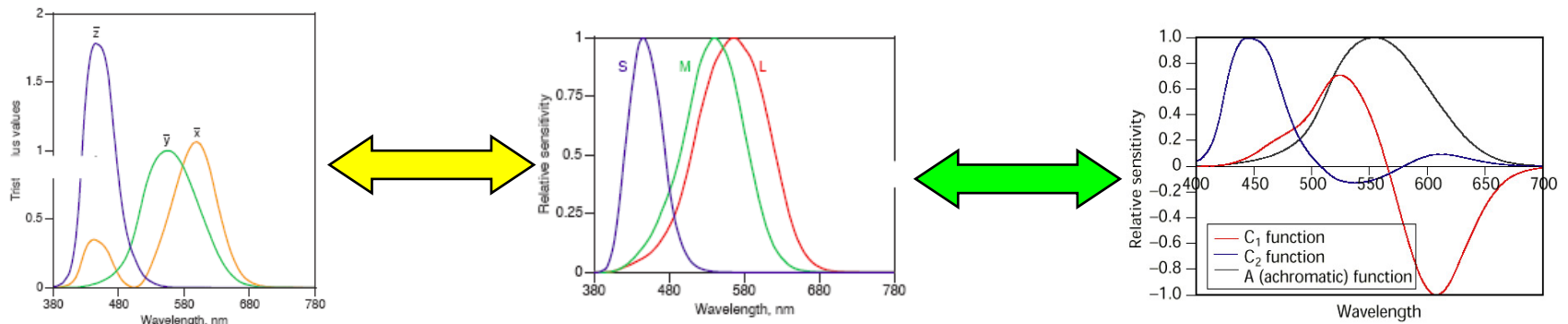
$$N_{bb} = N_{cb} = 0.725 \left(\frac{1}{n} \right)^{0.2}$$

$$z = 1.48 + \sqrt{n}$$

- ***F* a *N_c* – faktory kontrastu, *c* – exponent**
- ***D* – faktor jasové adaptace, *L_a* – jas okolí**
- ***F_L* – faktor úrovně jasu, *N_{bb}* and *N_{cb}* – indukční faktory**
- ***z* a *n* – nelineární exponenty**

CIECAM02 II

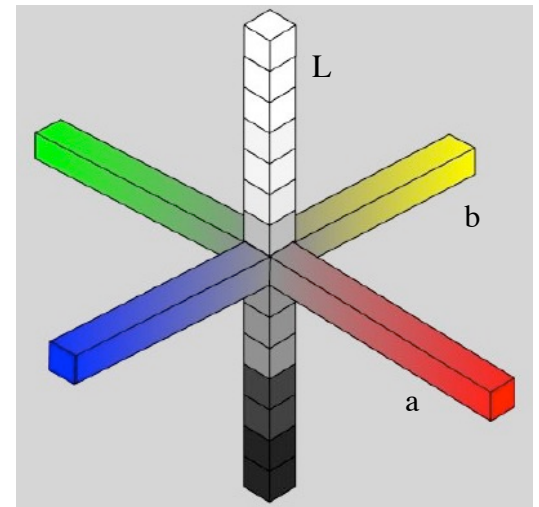
Chromatická adaptace je počítána pro tristimulární podnět, který je nutno převést na atributy barev srozumitelné koloristům



$$A = \left[2R'_a + G'_a + (1/20)B'_a - 0.305 \right] N_{bb}$$

$$a = R'_a - 12G'_a / 11 + B'_a / 11$$

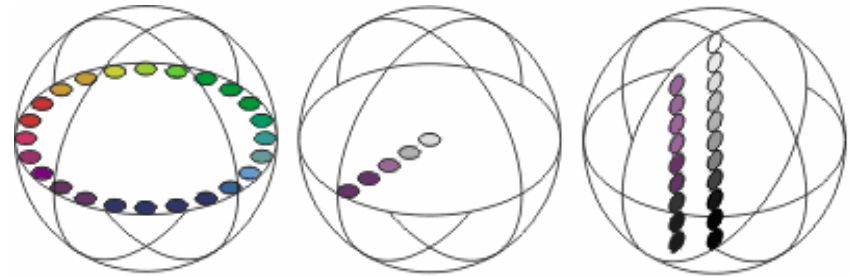
$$b = (1/9)(R'_a + G'_a - 2B'_a)$$



CIECAM02 III

Měrný úhel barevného tónu

$$h = \tan^{-1}(b / a)$$



Měrná světlost

$$J = 100(A / A_w)^{CZ}$$

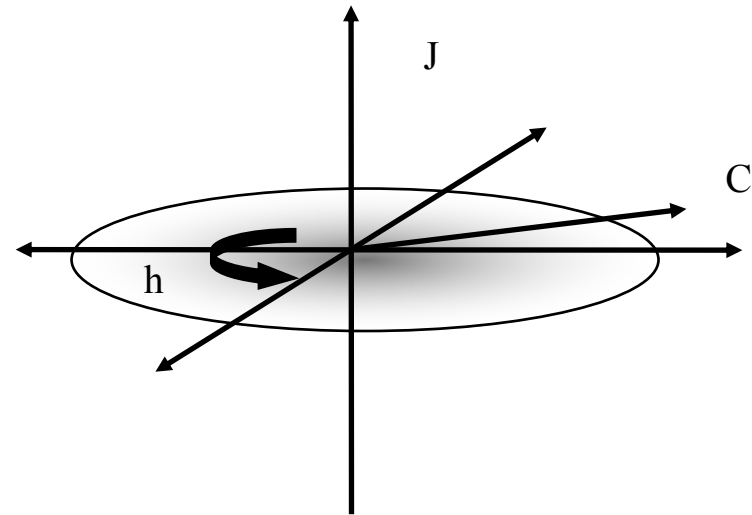
Měrná čistota

$$C = t^{0.9} (J/100)^{0.5} (1.64 - 0.29^n)^{0.73}$$

kde

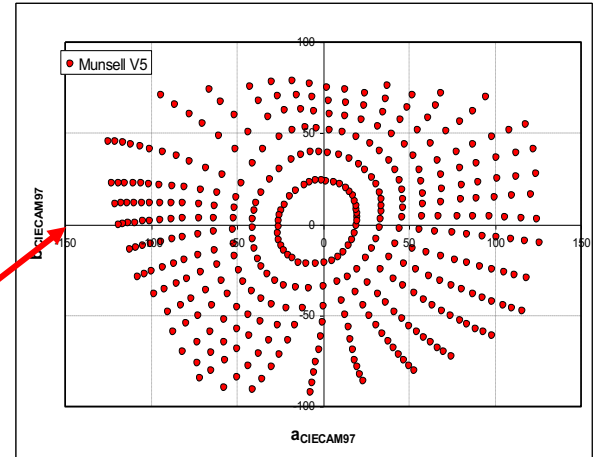
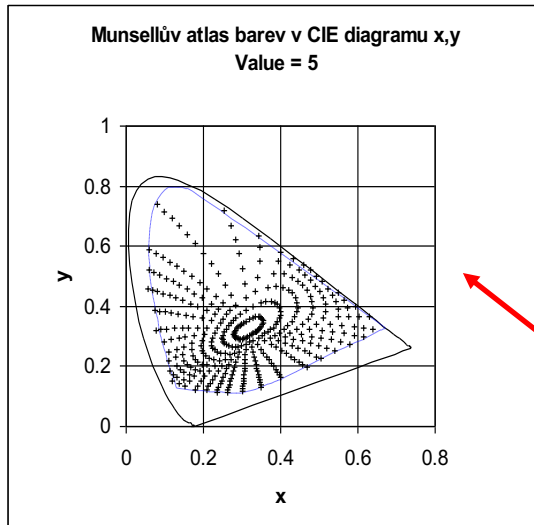
$$t = \frac{(50000/13)N_c N_{cb} e (a^2 + b^2)^{1/2}}{R'_a + G'_a + (21/20)B'_a}$$

$$e = \frac{1}{4} \left[\cos \left(h \frac{\pi}{180} + 2 \right) + 3.8 \right]$$

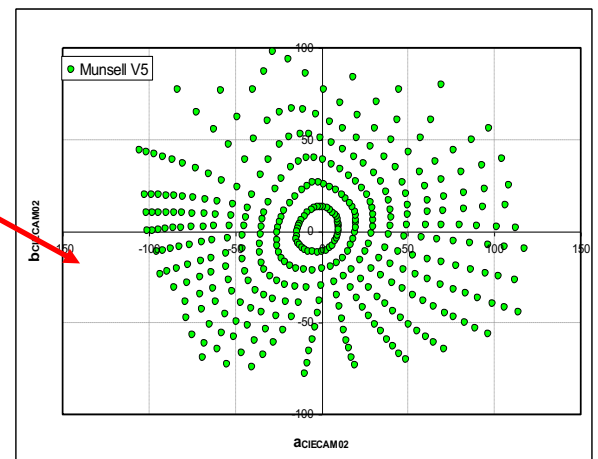
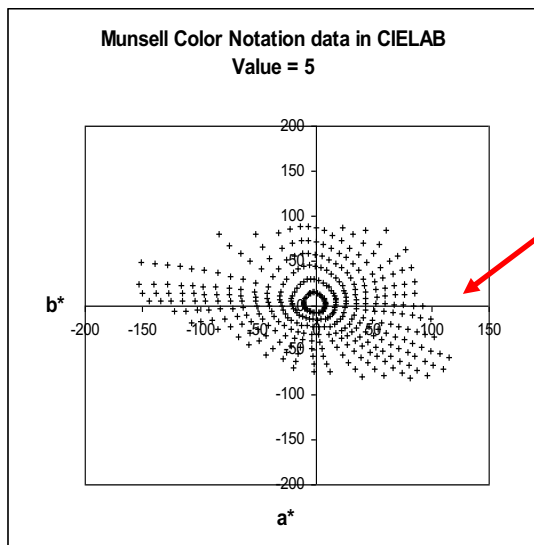


Red:	$h = 20.14,$	$e = 0.8,$
Yellow:	$h = 90.00,$	$e = 0.7,$
Green:	$h = 164.25,$	$e = 1.0,$
Blue:	$h = 237.53,$	$e = 1.2.$

Munsellova data na chromatické ploše různých kolorimetrických soustav



CIECAM97s



CIECAM02

