

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ
„СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“



Цветове

ТЕМА №7

Съдържание

Тема 7: Цветове

- Какво е цветът
- Цветови пространства
- Конвертиране на цветове
- Избор на цветове

Какво е цветът

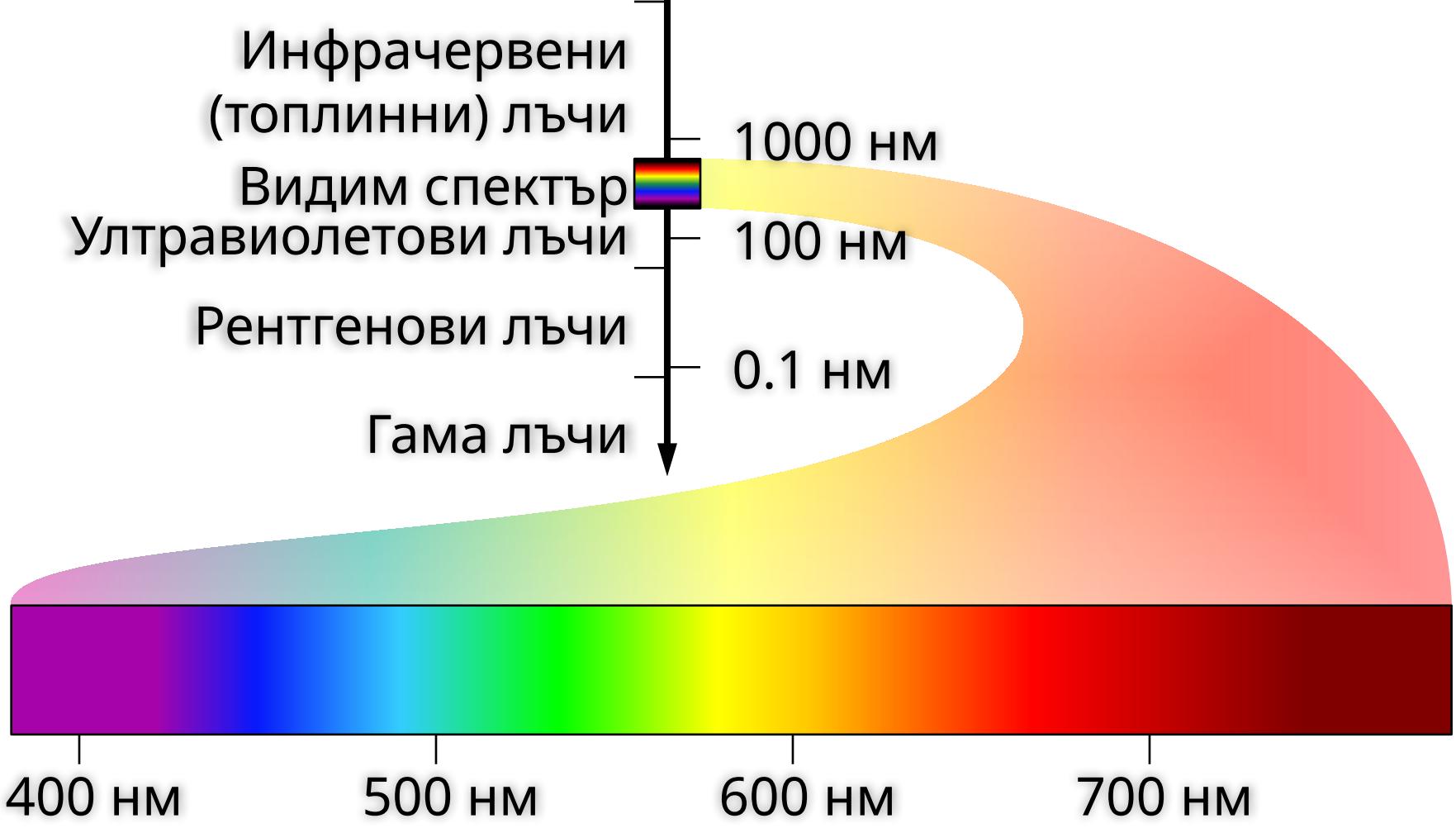
Дефинициите се простират

- От физиката: честота на електро-магнитни вълни
- През биологията: цветови рецептори в човешкото око
- До психологията: интерпретация в човешкия мозък

Физическа основа

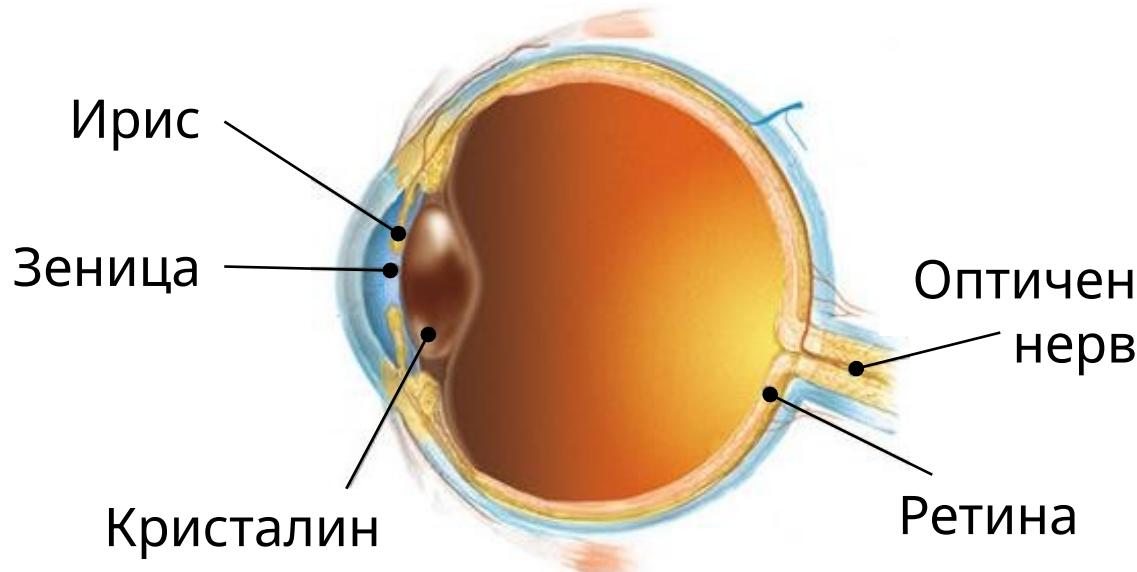
Електромагнитен спектър





Биологична основа

Хиперкратка анатомия на окото



Човешкото око възприема

- Тесен диапазон от електромагнитния спектър

Ретината

- Около 140 miliona нервни клетки
- От тях 7 miliona са наречени „колбички“
- Цветът се усеща от „колбичките“

Три вида „колбички“

- Еритролаби (червен цвят, макс 570 нм)
- Хлоролаби (зелен цвят, макс 535 нм)
- Цианолаби (син цвят, макс 445 нм)

Данни до мозъка

- Единствено за активността на трите вида „колбички“
- Няма пряк усет за оранжев цвят

Хроматизъм

Усещане за цвят чрез различни цветови канали

- Монохромати – без усет за цвят
- Бихромати – два основни цвята
- Трихромати – три основни цвята
- Тетрахромати – четири цвята
- Пентахромати – пет цвята
(гълъби, пеперуди)

Рекордър за най-цветно виждане

- *Odontodactylus scyllarus* / скарида-богомолка
(скарида, която прилича на богомолка)
- Додекахроматизъм с рецептори за 12 цвята

Да я видим:



Хората

Хроматизъм при хората

- Хората са принципно трихромати
(основни цветове: червено, зелено, синьо)
- Случва се дихроматизъм илиmonoхроматизъм
- Някои хора са частично тетрахромати
(най-често се среща при жените)

Заб: Има трихроматни насекоми с друг набор от три основни цвята – зелено, синьо, ултравиолетово

Психологична основа

Възприятието за цвят

- Конструира се от мозъка
- Субективно чувство – зависи от физическото здраве, генетични особености, околната среда ...

... и дори от културната среда

- В някои далекоизточни култури зеленото и синьото са оттенъци на един цвят

Влияние на околната среда

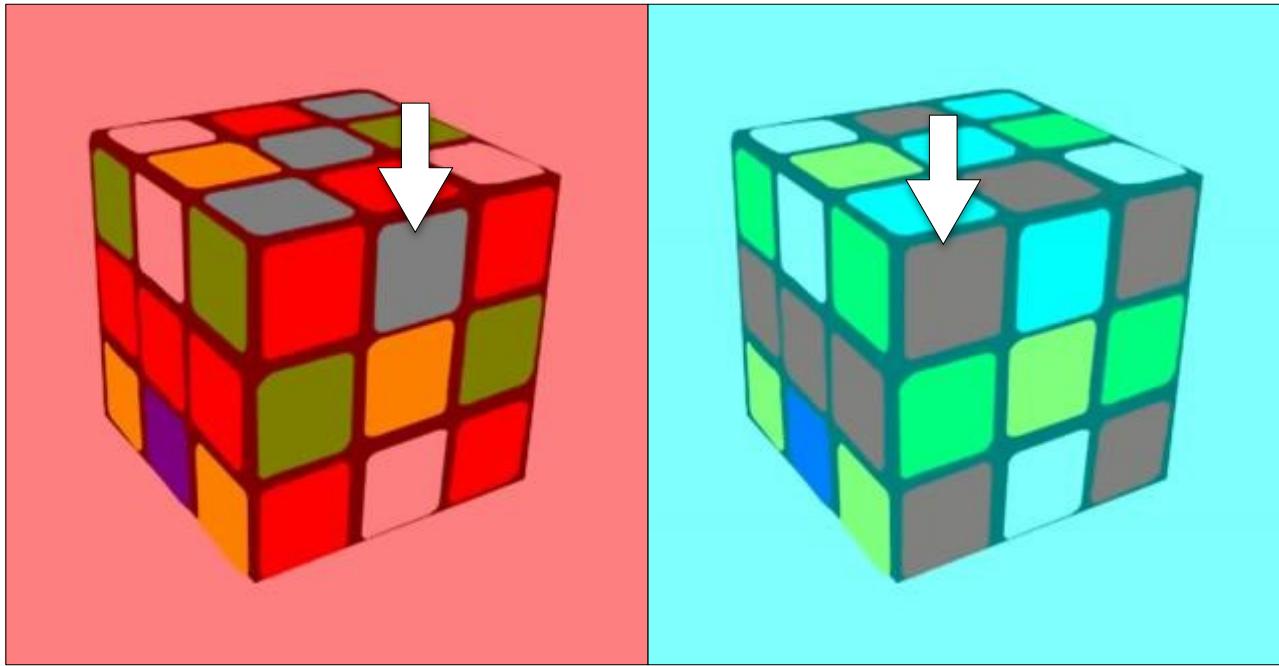
Околна светлина

- Осветеността влияе на цветовото възприятие

Околни цветове

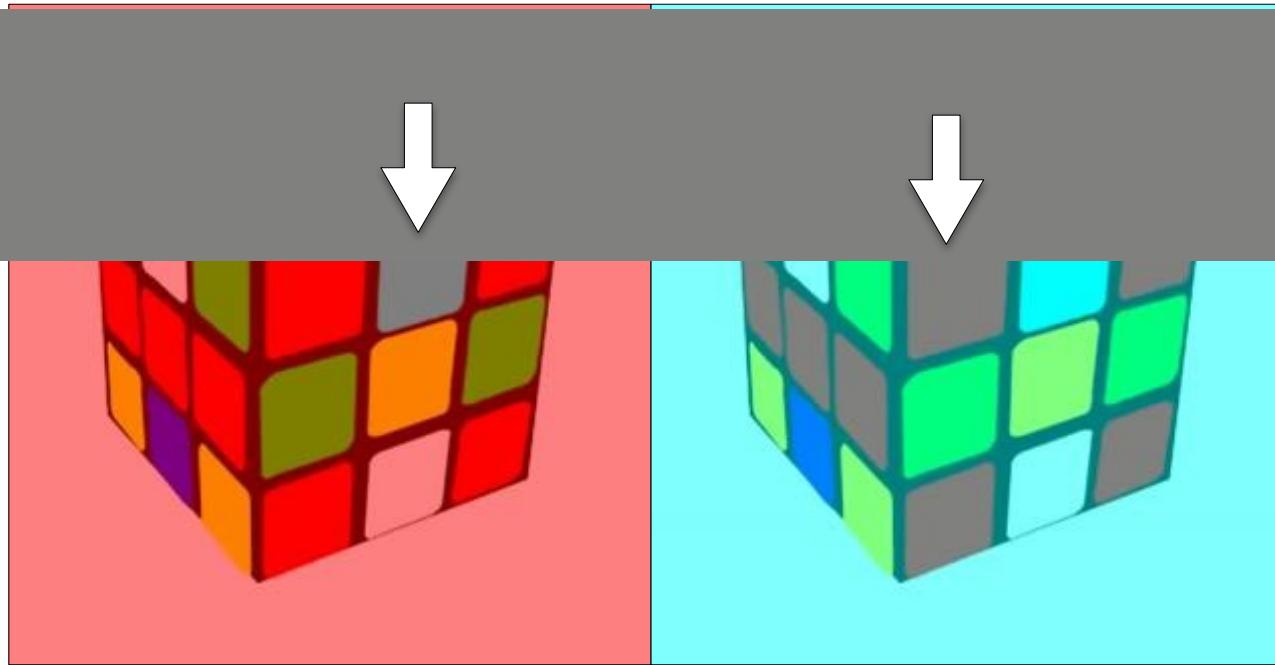
- Цветовете в мозъка се интерпретират относително спрямо околните цветове

Светлосиньо и червено

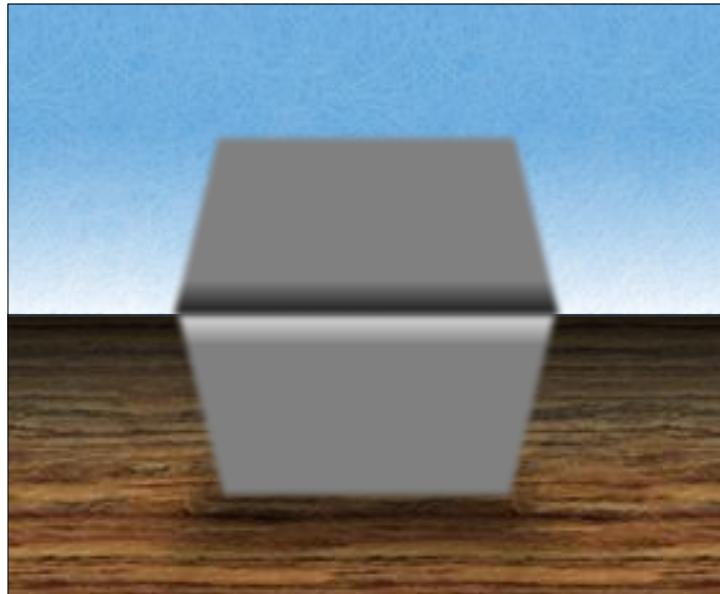


- А това е сиво

- Дотук бяхме със светлосиньото и червеното



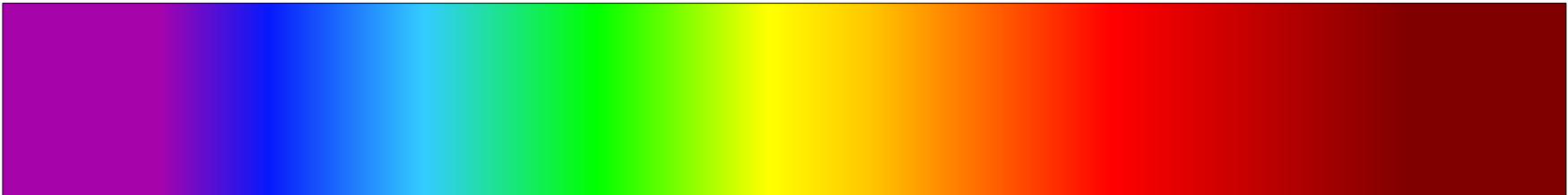
Тъмно или светло?



Какво виждаме в цвета?

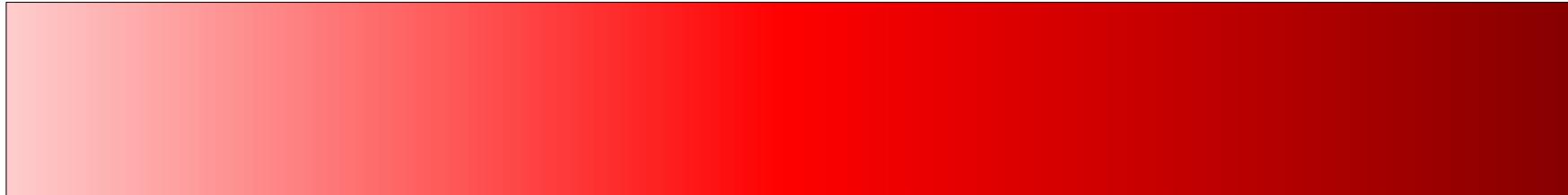
Цветът на цвета (hue)

- Определя дали цветът е жълт, зелен, ...



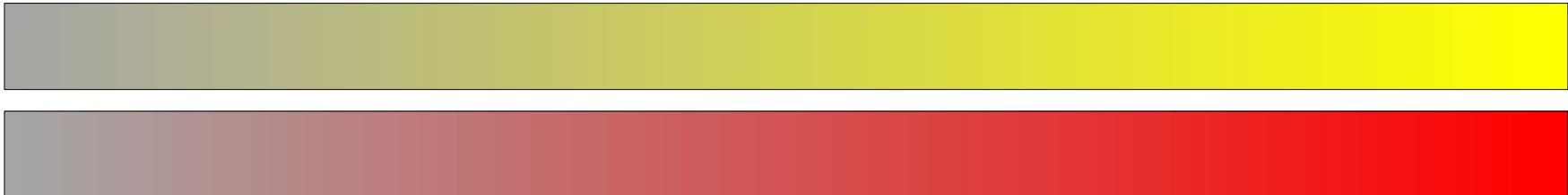
Интензитет, яркост, светлост (intensity, brightness, lightness)

- Определя колко ярък/светъл е цвят
- Светлост (светъл, тъмен) при отразена светлина
- Яркост при излъчвана светлина



Наситеност (saturation)

- Определя колко насытен/цветен е цветът
- Примери – насыщено жълт, сивосин, ...
- Сивият цвят е липса на насыщеност



Други характеристики

- Не са характеристики на самия цвят

Примери

- Електрикавожълто
- Сребристосиво
- Златистокафяво
- Фосфориращозелено

Цветови пространства

Основен проблем

Проблеми при определянето на цвят

- Физически цветът е част от спектъра
- Биологически човек е чувствителен към три основни цветови компонента
- Психологически цветът е по различен начин
- Технологично, понякога нито един от горните три модела не върши работа

Решение с цветови пространства

- Както и да се задава цветът, той зависи от няколко параметъра
- Всеки от тях е отделна ос в цветовото пространство

И като следствие

- Съществуват много модели на цветови пространства

Проблеми на решението

- Преобразуването на цвят от едно пространство в друго не винаги е възможно
- Някои цветове не могат да се представят в някои пространства
- Всеки принтер, всеки монитор, всеки комплект мастила, всяко око си имат собствено уникално пространство

Най-масови модели

Модели на цветови пространства

- RGB при излъчвни цветове (напр. от дисплеи)
- CMYK при отпечатвани цветове (напр. на хартия)
- HSB при хуманно боравене с щастливи цветове
- И разбира се - grayscale (черно-бяло)

Черно-бял модел

Grayscale модел

- Черно-бели (т.е. неутрални) цветове
- Емулираmonoхроматично възприемане
- Представя се като 1 байт – степен на сивото
(0=черно, 255=бяло, може и с дробно число – 0.0=черно, 0.5=сиво, 1.0=бяло)
- Като граничен случай в 1 бит
(като 0=черно, 1=бяло)

RGB

RGB модел

- Представя цвета с комбинация от три основни цвята:
 - червено (**R**, red)
 - зелено (**G**, green)
 - синьо (**B**, blue)
- Моделът е заимстван от биологичното възприемане на цветовете при хората

Използване на RGB

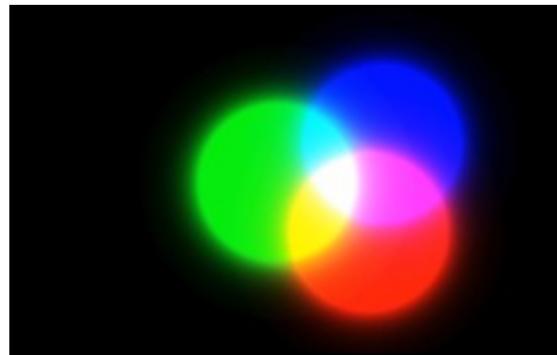
- При изображения, показвани с излъчване на светлина
- При съхраняване на цветови данни
- По време на всички лекции по ОКГ

Формат

- Най-често като три байта
- 256 степени на всеки основен цвят

RGB е адитивен модел

- Цветовете се добавят към черното
- Максималната степен на основните цветове генерира бял цвят
- Липсата на цветове генерира черен



“Reuleaux triangle with additive RGB colours”

<http://youtu.be/JZWgOzdmFa0>

RGB пространство

- Събиране на цветове е като събиране на вектори
- Синьо + червено = лилаво

$$(0,0,255) + (255,0,0) = (255,0,255)$$



- Между жълто и червено е оранжево
- $$(255,255,0)/2 + (255,0,0)/2 = (255, 127, 0)$$



Неутрални цветове (черно-бели)

- Трите компоненти са с еднаква стойност

RGB куб

- Илюстрира RGB пространството



CMYK

CMY/CMYK модел

- Представя цвета като комбинация от 3 (или 4) цвята:
 - светлосиньо (**C**, cyan)
 - пурпурно (**M**, magenta)
 - жълто (**Y**, yellow)
 - черно (**K**, black)
- С черното се пести боя и се постига по-черно черно

Използване на CMYK

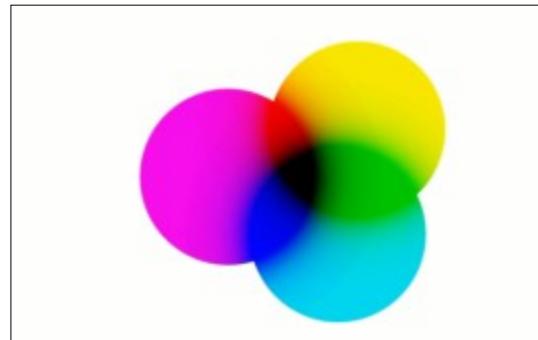
- При изображения, които ще се печатат
- При предпечатна подготовка

Формат

- Четири байта с 256 степени на основните цветове
(или с четири дробни числа с проценти 0-100%, или в диапазона 0-1)

CMYK е субтрактивен модел

- Цветове се изваждат от бялото
- Максималната степен на основните цветове генерира черен цвят
- Липсата на цветове генерира бял



"Reuleaux triangle with subtractive CMY colours"

http://youtu.be/_nRMtOmCj4A

CMYK и печатане

- Може да се печата без CMYK
- Всеки цвят е отделна боя (спот-цветове)

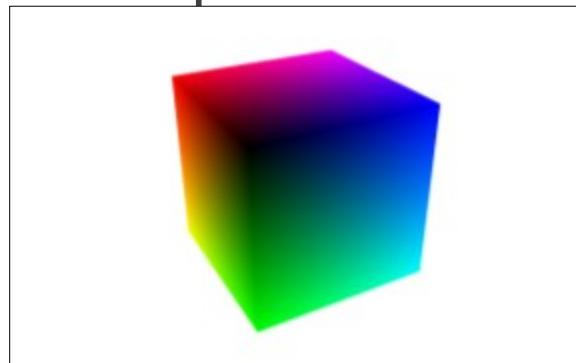
Но често се ползва CMYK

- Чрез цветоотделка на 4 слоя
(или на 6 слоя с две степени на светлосиньото и пурпурното)
- Понякога с допълнителни спот-цветове

CMYK и RGB

Връзка на RGB и CMY

- На теория са противоположни, но допълващи се модели
- На практика има проблеми в прехода $\text{RGB} \rightarrow \text{CMYK}$



Ето двата модела един до друг



- CMYK не е лош модел
- Преходът RGB→CMYK разваля цвета
- Пък и сега гледате четворен преход
(тези, които са тук в залата)

Защо четворен проход?

- $\text{RGB}^1 \rightarrow \text{CMYK}^2 \rightarrow \text{RGB}^3 \rightarrow \text{CMYK}^4 \rightarrow \text{RGB}^5$

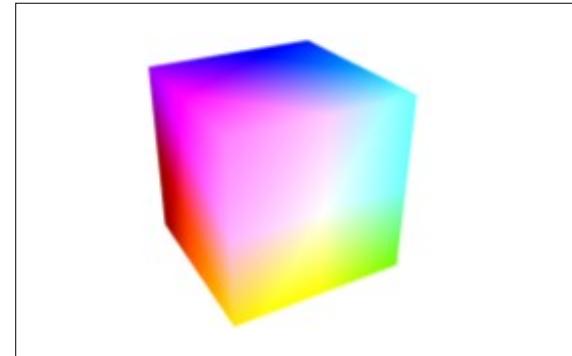
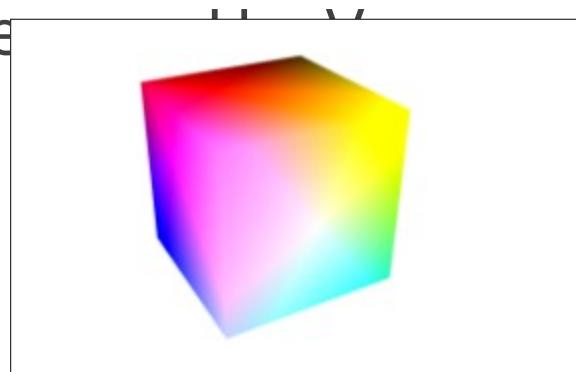
Ето защо

- Оригиналът е в RGB^1
- Прехвърлен е в CMYK^2
(за да се покаже загубата на турско синьо)
- Слайдът се прожектира, т.е. отново е става RGB^3
- От экрана се отразява в CMYK^4
- В очите ви се конвертира до RGB^5

И още други пространства

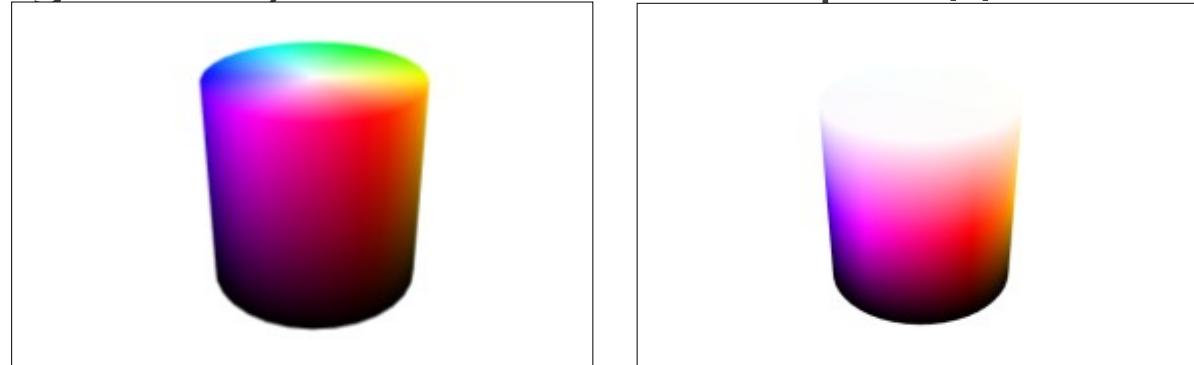
В куб

- YIQ (NTSC телевизия): яркост Y, фаза I, квадратура Q
- YUV (при модел на човешкото зрение): яркост Y, цвет



HSV / HSL

- H (hue) – 0 до 360 градуса (0=R, 120=G)
- S (saturation) насыщеност от 0 до 1
- V (value) стойност от 0=черно до 1=нормална яркост
- L (lightness) светлост от 0=черно до 1=бяло



Конвертиране на цветове

RGB → Grayscale

Има различни преходи

- Средно аритметично на цветовете

$$C = \frac{1}{3}R + \frac{1}{3}G + \frac{1}{3}B$$

- Чрез специфични тегла на цветовете

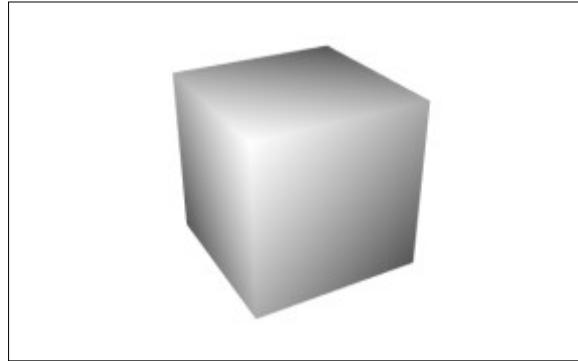
$$C = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

- Чрез симулирана яркост

$$C = \frac{1}{2}\max(R, G, B) + \frac{1}{2}\min(R, G, B)$$

Пример на живо

- И най-вече „дефектите“
- При фотографии не си личат





RGB CMYK

Допълващи се цветове

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 255 \\ 255 \\ 255 \end{pmatrix} \quad \text{или} \quad \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.0 \\ 1.0 \\ 1.0 \end{pmatrix}$$

Интересна връзка

$$\begin{cases} G + B = C \\ B + R = M \\ R + G = Y \end{cases} \quad \text{и} \quad \begin{cases} M + Y = R \\ Y + C = G \\ C + M = B \end{cases}$$



Чрез трансформационна матрица

- Тук представена с голямо закръгляне

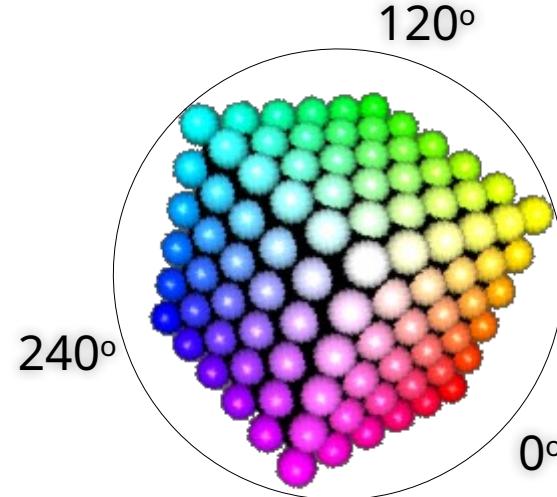
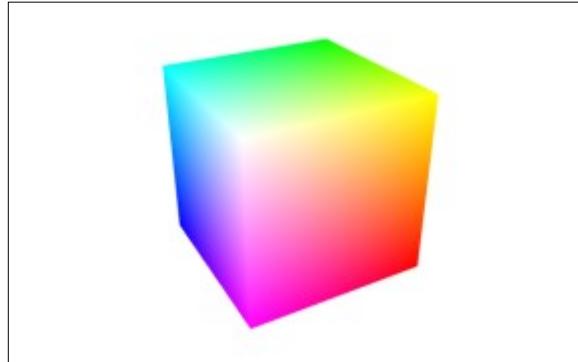
$$\begin{pmatrix} 0.3 & 0.6 & 0.1 \\ 0.6 & -0.3 & -0.3 \\ 0.2 & -0.5 & 0.4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y \\ I \\ Q \end{pmatrix}$$

- Преходът към RGB е аналогично, но с друга матрица
- Първия reg е като при $\text{RGB} \rightarrow \text{Grayscale}$

RGB HSV

HSV е „диагонална“ проекция на RGB

- Често се представя с цилиндрични координати



Избор на цветове

Избор на цветове

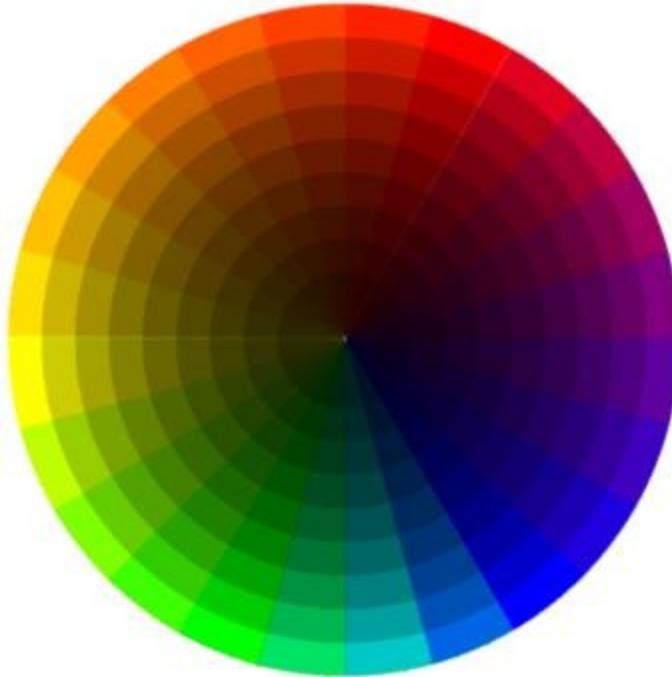
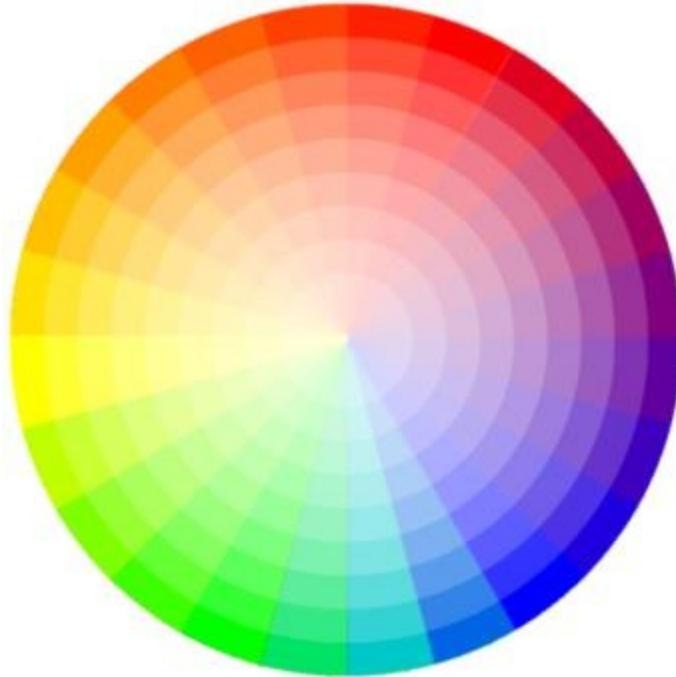
Избор при съчетаване на цветове

- При принцип е строго индивидуален
- Въпреки това има практики, помагащи при избор на комбинации от цветове
- Съчетаване не само на два цвята, а на палитра от няколко цвята
- Понякога един от цветовете е доминантен

Цветно колело

- Заемствано от цветовите модели HSV и HSL, но всъщност е RBY (червено-синьо-жълто)
- С него се определят „подходящи“ цветове и палитри
- Поради своята ограниченост (2D), не може да представи едновременно всички цветове (3D)

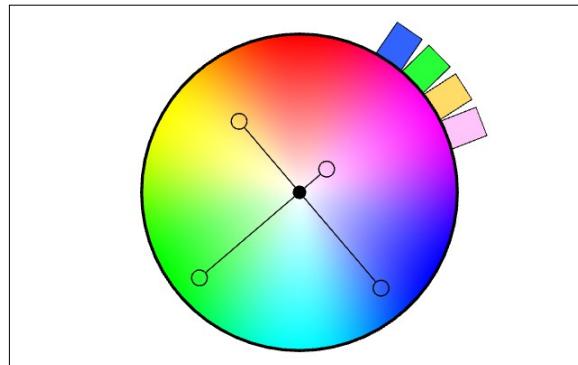
- Два варианта



Идеи за избор на цветове

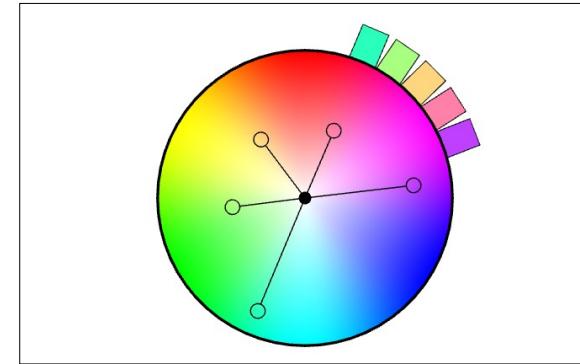
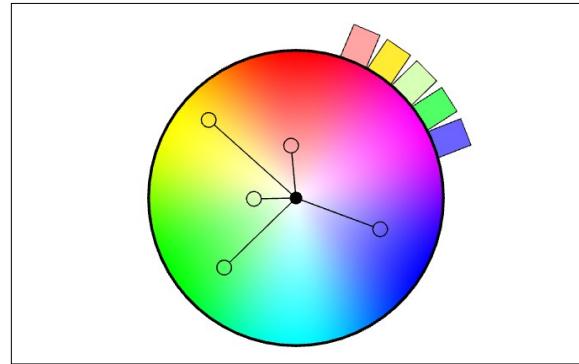
Равномерно разпределени

- Два срещуположни цвята
- Три цвята през 120°
- Четири цвята през 90°



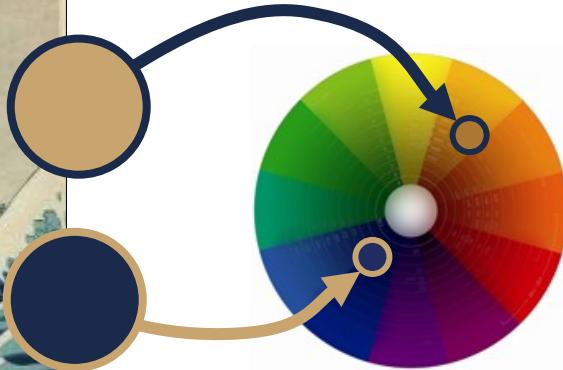
Други идеи

- Разклонени цветове
- Съседни цветове



„Голямата вълна от Канагава“

- Нарисувана от Хокусай преди два века



Въпроси?

Повече информация

AGO2 стр. 294-306

LEVK стр. 6-11, 17-22, 31-40, 45-55

BAGL стр. 202-209

А също и:

- Color conversion math and formulas
<http://www.easyrgb.com/index.php?X=MATH>
- Basic color schemes: Color Theory Introduction
<http://www.tigercolor.com/color-lab/color-theory/color-theory-intro.htm>
- 35 Inspiring Color Palettes from Master Painters
<http://artvarsity.com/35-inspiring-color-palettes-from-master-painters>

Край