

Multimedijalni Sistemi

Svetlost i ljudski vid

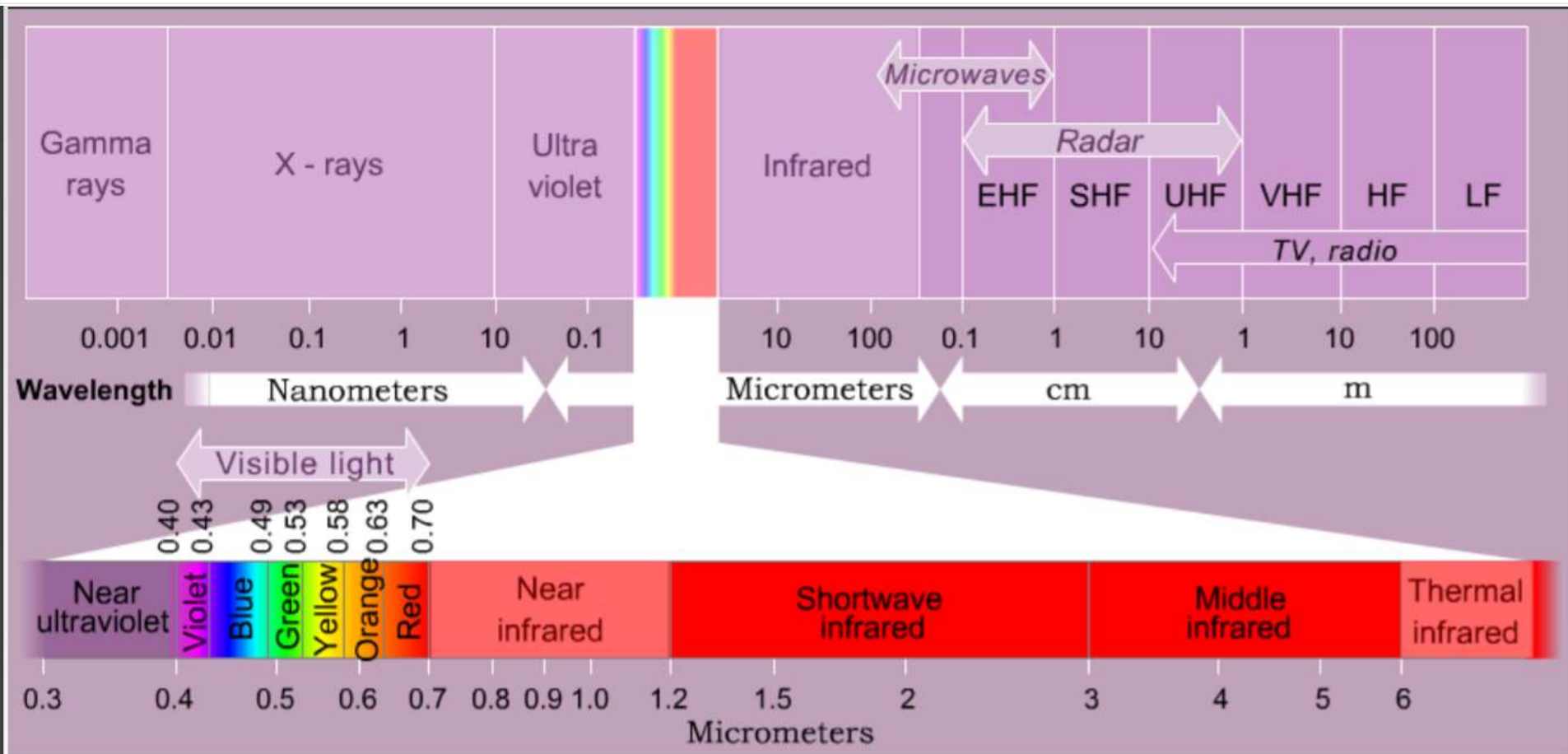
Dragan Janković

2020

Sadržaj

- ❑ Elektromagnetni spektar/vidljivo zračenje
 - ❑ Model ljudskog oka
 - ❑ Ljudski vizuelni sistem
 - ❑ Color modeli
-

Elektromagnetni spektar

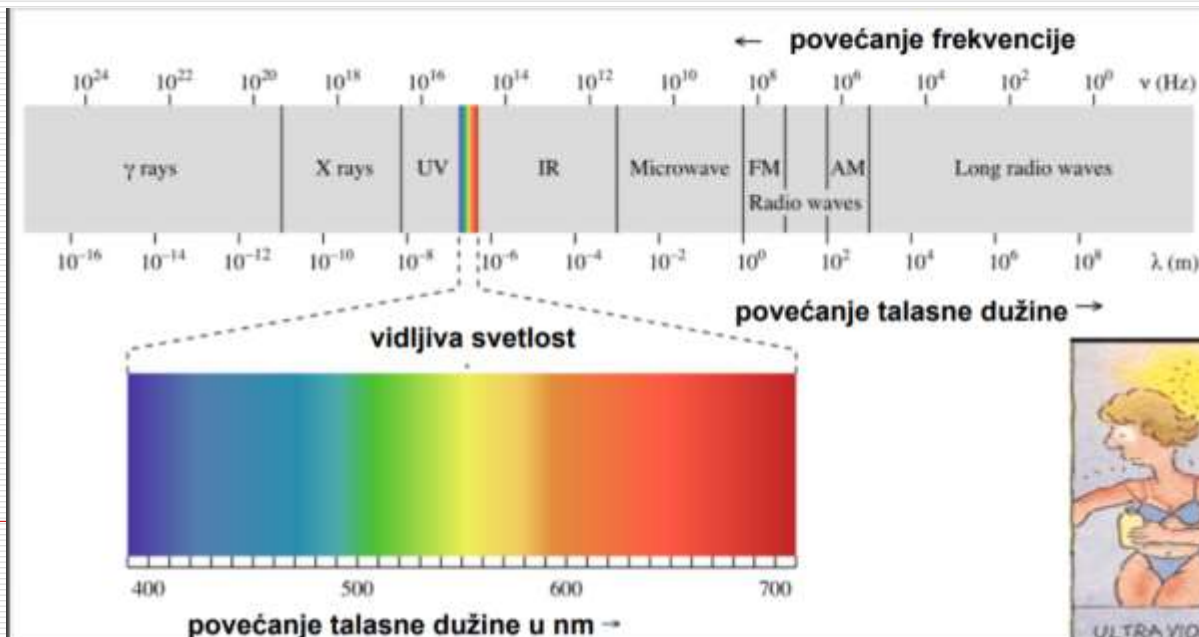


Optičko zračenje

□ Spektar optičkog zračenja je podeljen u tri područja

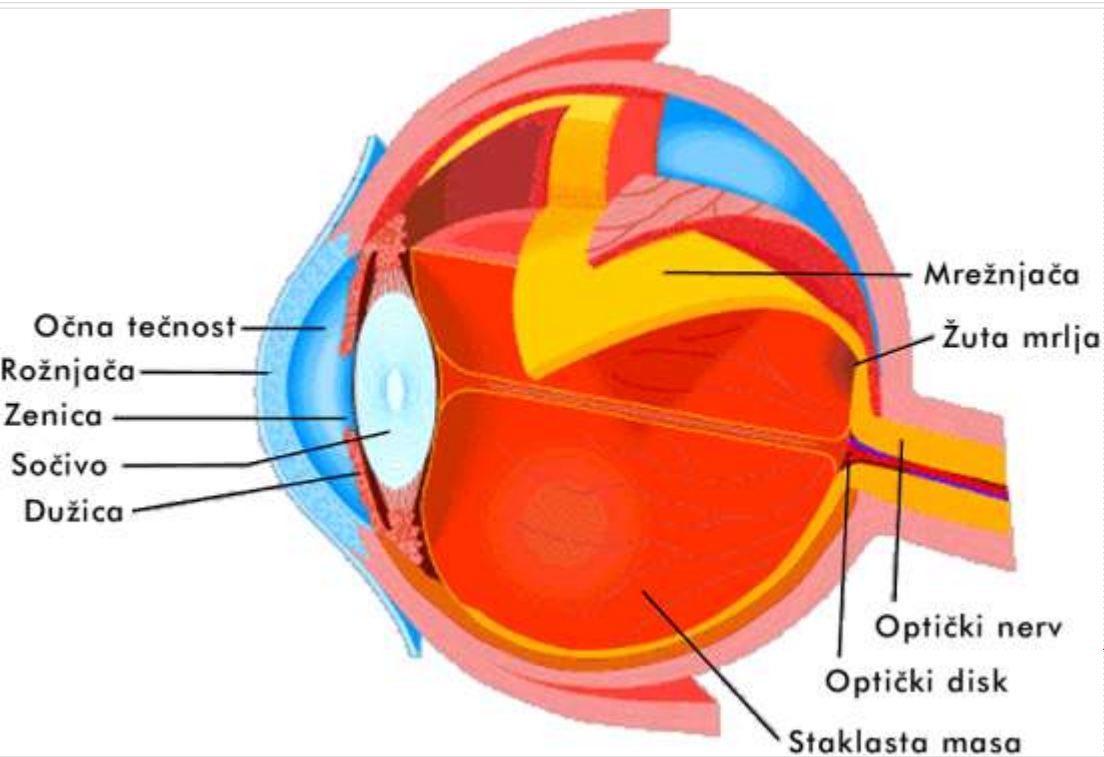
- Infracrveno (toplotno zračenje)
- Vidljivo zračenje (svetlost)
- Ultravioletno zračenje

boja	talasna dužina
crvena	~ 625–740 nm
narandžasta	~ 590–625 nm
žuta	~ 565–590 nm
zelená	~ 500–565 nm
tirkiz	~ 485–500 nm
plava	~ 450–485 nm
ljubičasta	~ 380–450 nm

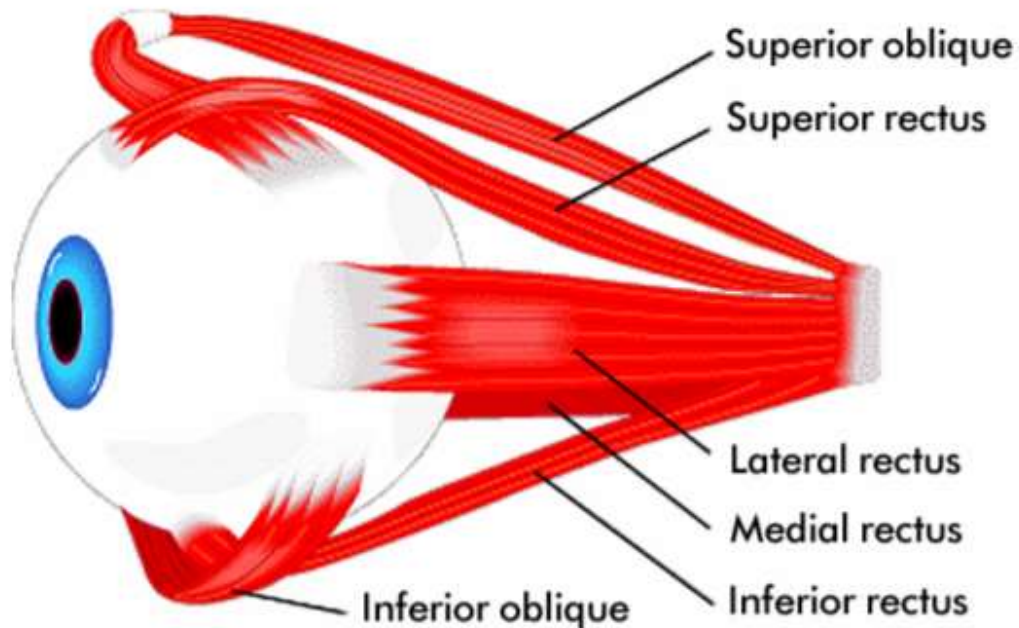


Ljudsko oko

- ❑ Oko je jedno od pet ljudskih čula.
- ❑ 5/6 informacija dobijamo preko očiju.
- ❑ Rad oka podseća na rad drugih senzora.

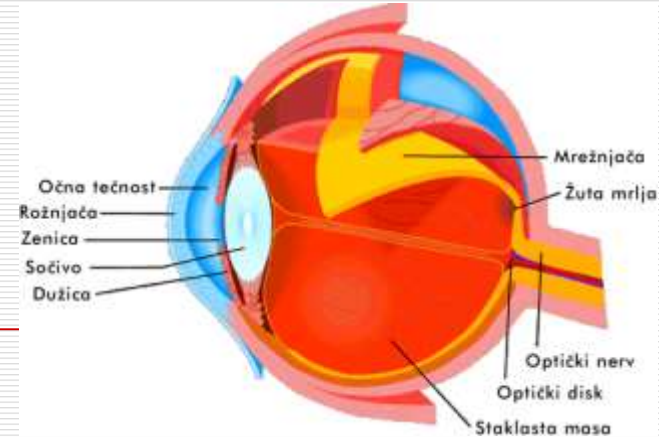


Ljudsko oko - mišići



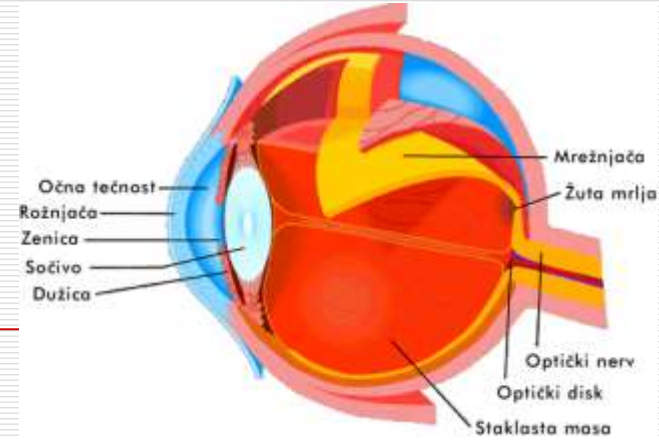
Mišić	Primarna funkcija
Medial rectus	pomjera oko ka nosu
Lateral rectus	pomjera oko od nosa
Superior rectus	podiže oko
Inferior rectus	spušta oko
Superior oblique	rotira oko
Inferior oblique	rotira oko

Kako „vidimo“



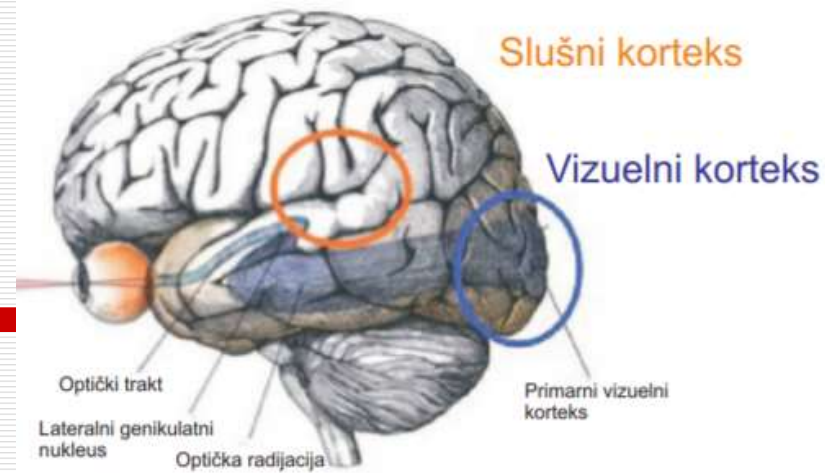
- ❑ Svetlost dolazi na **zenicu**.
- ❑ **Fotoosetljivi mišići** podešavaju otvor zenice i na taj način regulišu količinu svetlosti koja ulazi u oko.
- ❑ Svetlost stiže na **sočivo**.
- ❑ **Druga grupa mišića** podešava zakrivljenost sočiva kako bi omogućila pravilno fokusiranje slike (grupa ciliarnih mišića)
- ❑ Svetlost prolazi kroz **staklasto tkivo**.
- ❑ Svetlost stiže na **mrežnjaču** (ovojnicu oka-**retina**).
- ❑ Svetlost bi trebala da stigne na tačno određeno mesto na mrežnjači koje se zove **žuta mrlja** koja ima površinu 1mm^2 .

Kako „vidimo“



- ❑ Na mrežnjači se nalaze ćelije vida:
 - štapići (oko 125 mil. izduženog oblika pogodni za noćnu viziju, osetljiviji)
 - čepići (oko 5-7 mil. oblika prizme pogodni za dnevnu viziju)
- ❑ Svetlost se u ćelijama vida elektrohemijском reakcijom pretvara u električni impuls.
- ❑ Broj ćelija vida opada kako se krećemo od žute mrlje.
- ❑ Na relativno maloj udaljenosti od žute mrlje nalazi se slepa mrlja. Iz slepe mrlje ka mozgu vodi očni živac.
- ❑ Očni živac je povezan sa ćelijama vida preko ganglija.
- ❑ Očni živac “integrali” odzive ćelija vida.

Kako „vidimo“



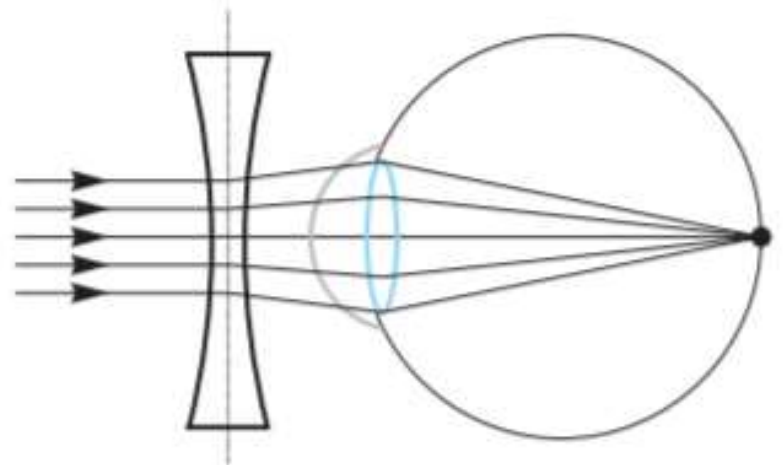
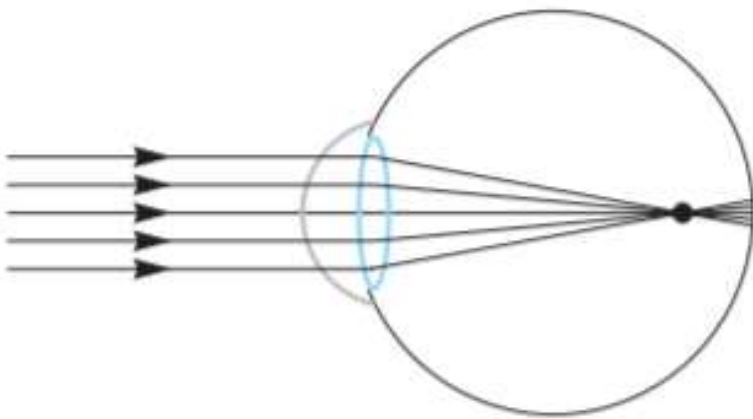
- ❑ Očni živac je izuzetno dugačak i vodi do kore velikog mozga (oblast se naziva korteks).
- ❑ U mozgu se stvara slika.
- ❑ **Gledamo očima vidimo mozgom!!!**
- ❑ Oči su inertne. Ne mogu da formiraju sliku objekta odmah prilikom promene osvetljaja.
- ❑ Takođe očni živac relativno sporo (u poređenju sa "žičanim" vezama) prenosi informacije.
- ❑ To dovodi do **perzistencije oka** – vidimo 24 slike u sekundi.

Problemi u ljudskom vidu

- ❑ Zbog neidealnog fokusiranja svetlosti – promašivanja žute mrlje - nastaju dve poznate mane – **kratkovidost i dalekovidost**.
- ❑ Nesimetričnost površine rožnjače - **astigmatizam**
- ❑ Zbog umrtvljivanja mišića koji rukovode radom sočiva nastaje **staračka dalekovidost (presbiopija)**
- ❑ Ako postoji problem u razvoju jedne od 3 vrste čepića koji postoje u oku nastaje **daltonizam**.
- ❑ Oko napadaju i opasne bolesti **trahom, konjuktivitis, katarakta**.
- ❑ Ožiljci, abrazije, edemi mogu da oštete staklasto tkivo i da ometaju prelamanje svetlosti.

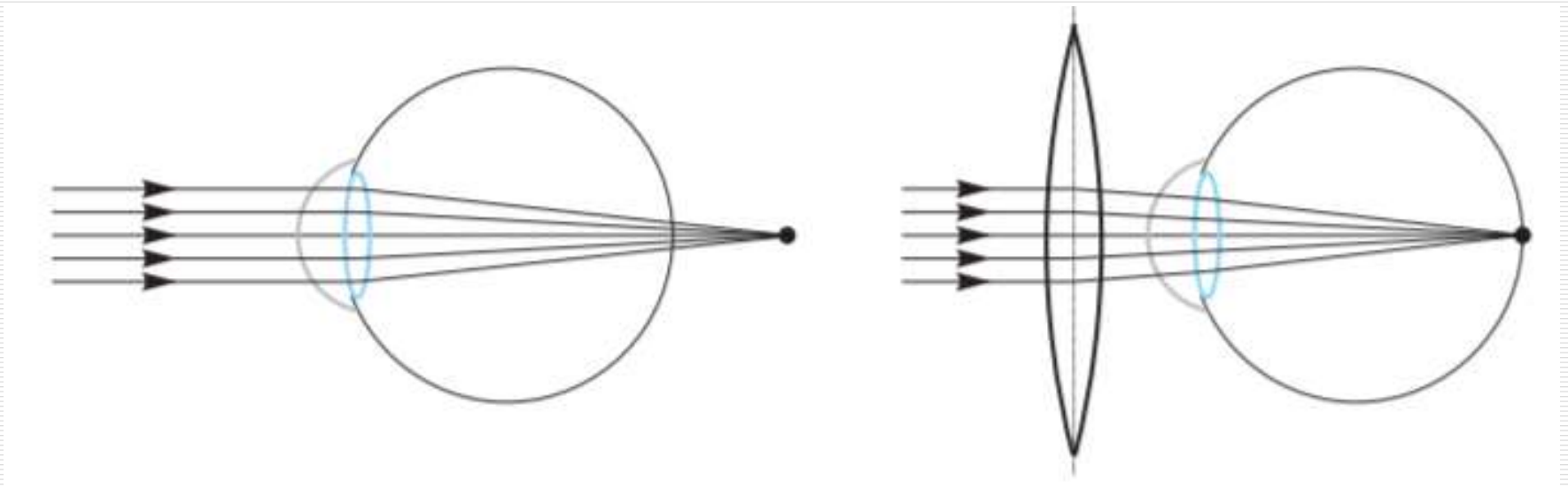
Kratkovidost (miopija)

- Paralelni svetlosni zraki koji dolaze iz daljine, nakon prelamanja kroz rožnjaču i sočivo se fokusiraju ispred mrežnjače.
- Kratkovide osobe ne vide jasno na daljinu



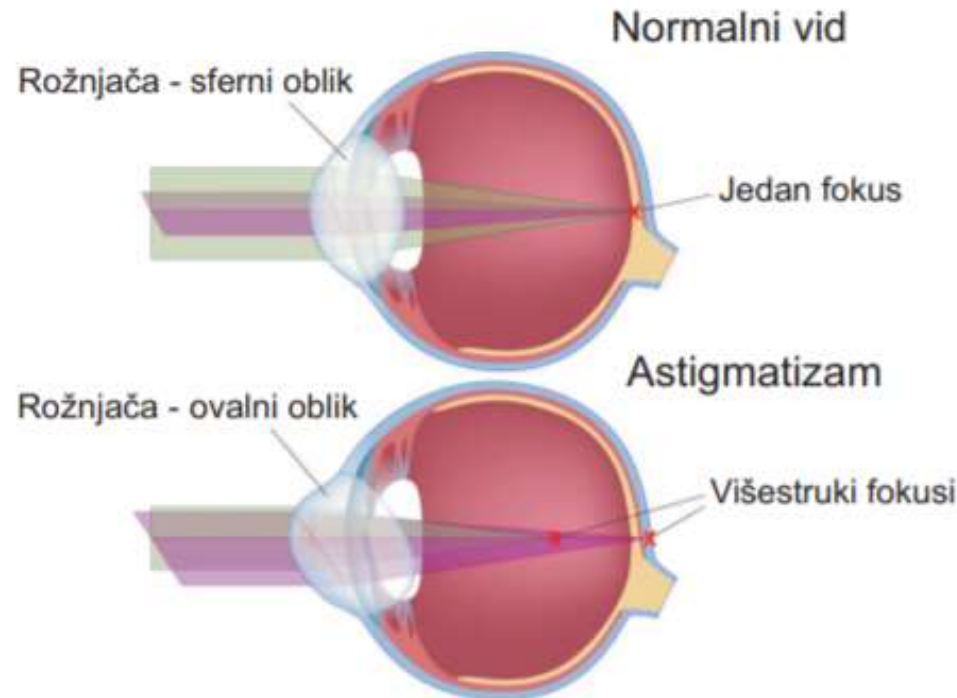
Dalekovidost (hiperopija)

- ❑ Paralelni svetlosni zraci koji dolaze iz daljine, nakon prelamanja kroz rožnjaču i sočivo se fokusiraju iza mrežnjače.
- ❑ Kratkovide osobe ne vide jasno na blizinu



Astigmatizam

- ❑ Granična sferna površina rožnjače nema rotacionu simetriju i ima više fokusa.
- ❑ Ne vidi se dobro ni blizu ni daleko (deformisani likovi)
- ❑ Rešava se cilindričnim i sfernocilindričnim sočivima



Ljudski vizuelni sistem (HVS)

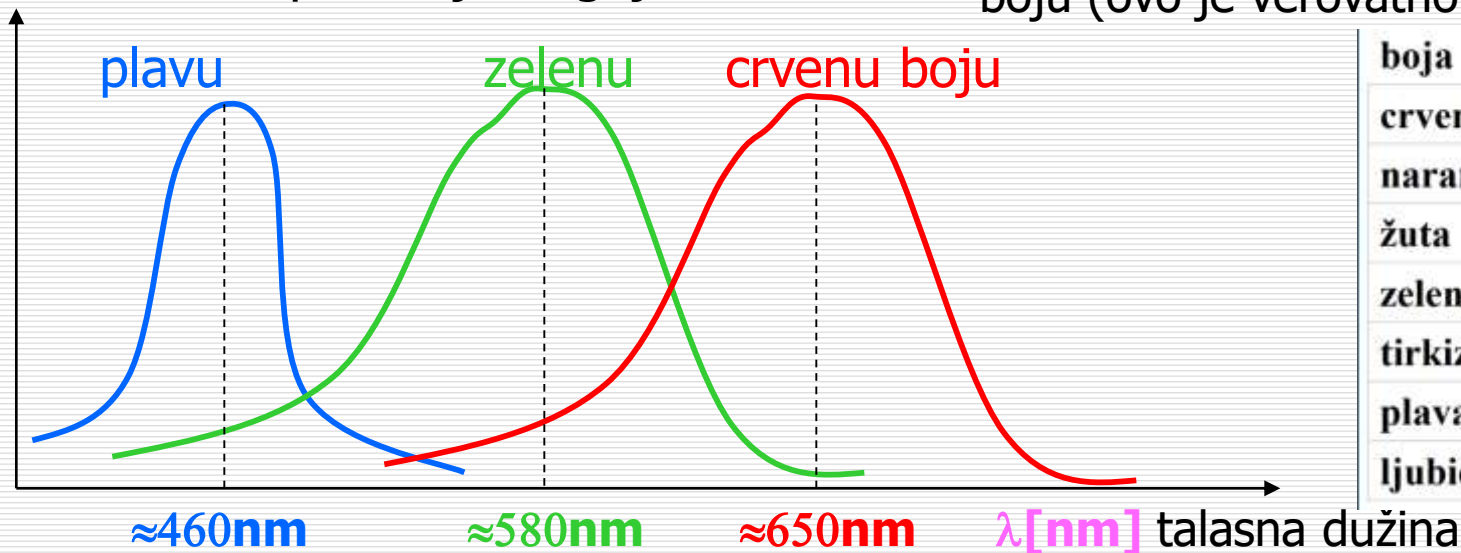
- ❑ Oko detektuje talasne dužine 400-700 nm
- ❑ Najveća osetljivost na zelenu boju (500-600nm, najmanja na plavu (zavisi i od intenziteta)
- ❑ Osetljivost u dijagonalnom pravcu je manja od osetljivosti u horizontalnom i vertikalnom
- ❑ HVS nije linearan
- ❑ Štapići(monohromatski vid noću) i čepići (3 vrste: za crveni, zeleni i plavi opseg)
- ❑ Kontinualna površina se u oku razlaže na diskretne elemente
- ❑ Perzistencija oka (osećaj i nakon prestanka pobude)

Model boja kod oka

- Postoje 3 vrste čepića koji su osetljivi na različite vrste boja.

odziv čepića koji reaguju na

čepića koji su osetljivi na plavo ima nešto manje pa su ljudi manje osetljivi na plavu boju (ovo je verovatno posledica evolucije)



boja	talasna dužina
crvena	~ 625–740 nm
narandžasta	~ 590–625 nm
žuta	~ 565–590 nm
zelena	~ 500–565 nm
tirkiz	~ 485–500 nm
plava	~ 450–485 nm
ljubičasta	~ 380–450 nm

kombinacijom odziva tri grupe čepića se dobija kolorna vizija

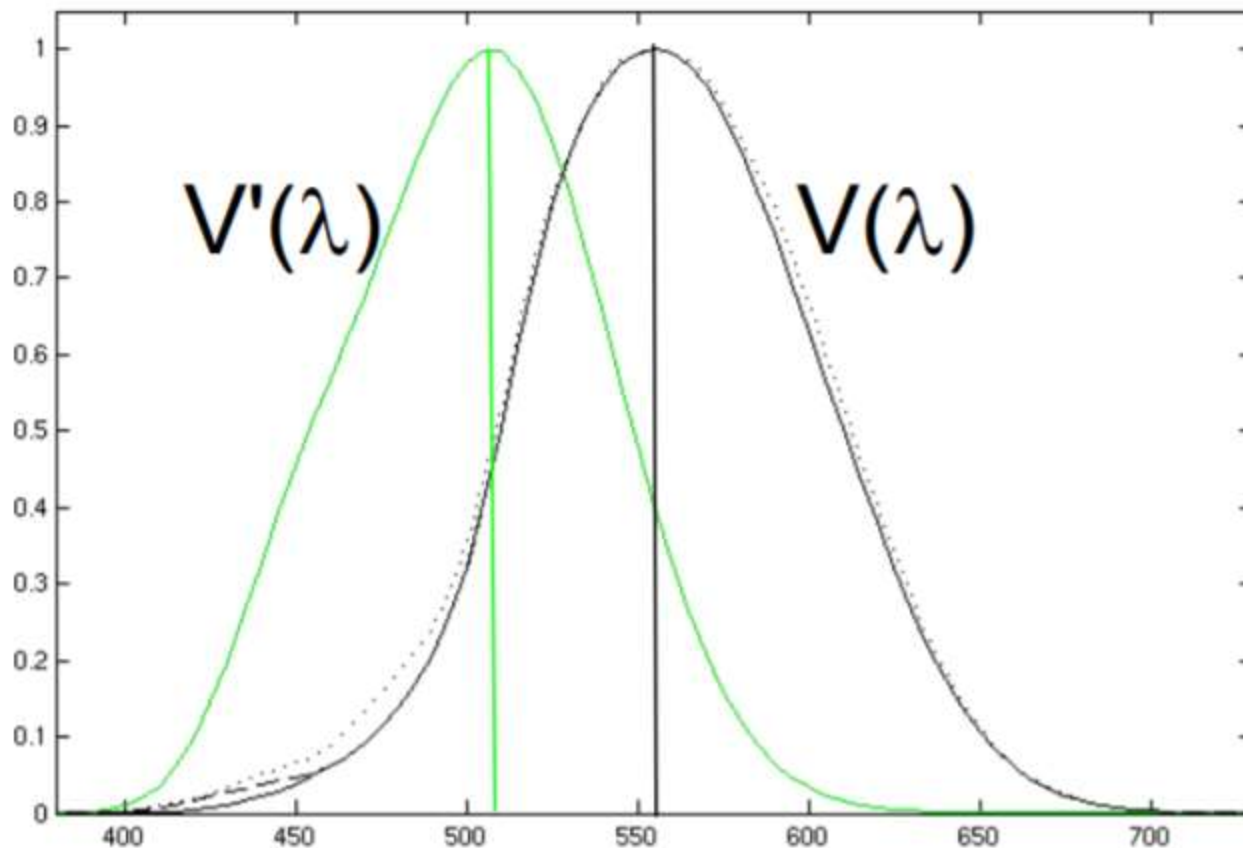
Model boja kod oka

- Tokom noći pojačava se rad naših receptora svetlosti za crno-belu viziju ali se ne gube u potpunosti informacije o boji.
- Ljudi vide više od 1 milion boja (osetljivost i boje koje se vide variraju) dok nijansi sivog vide jedva 40-80.
- Ljudsko oko nije podjednako osetljivo na R/G/B
- Relativni odnos osetljivosti je:

$$R : G : B = 30\% : 59\% : 11\%$$

Osetljivost ljudskog oka

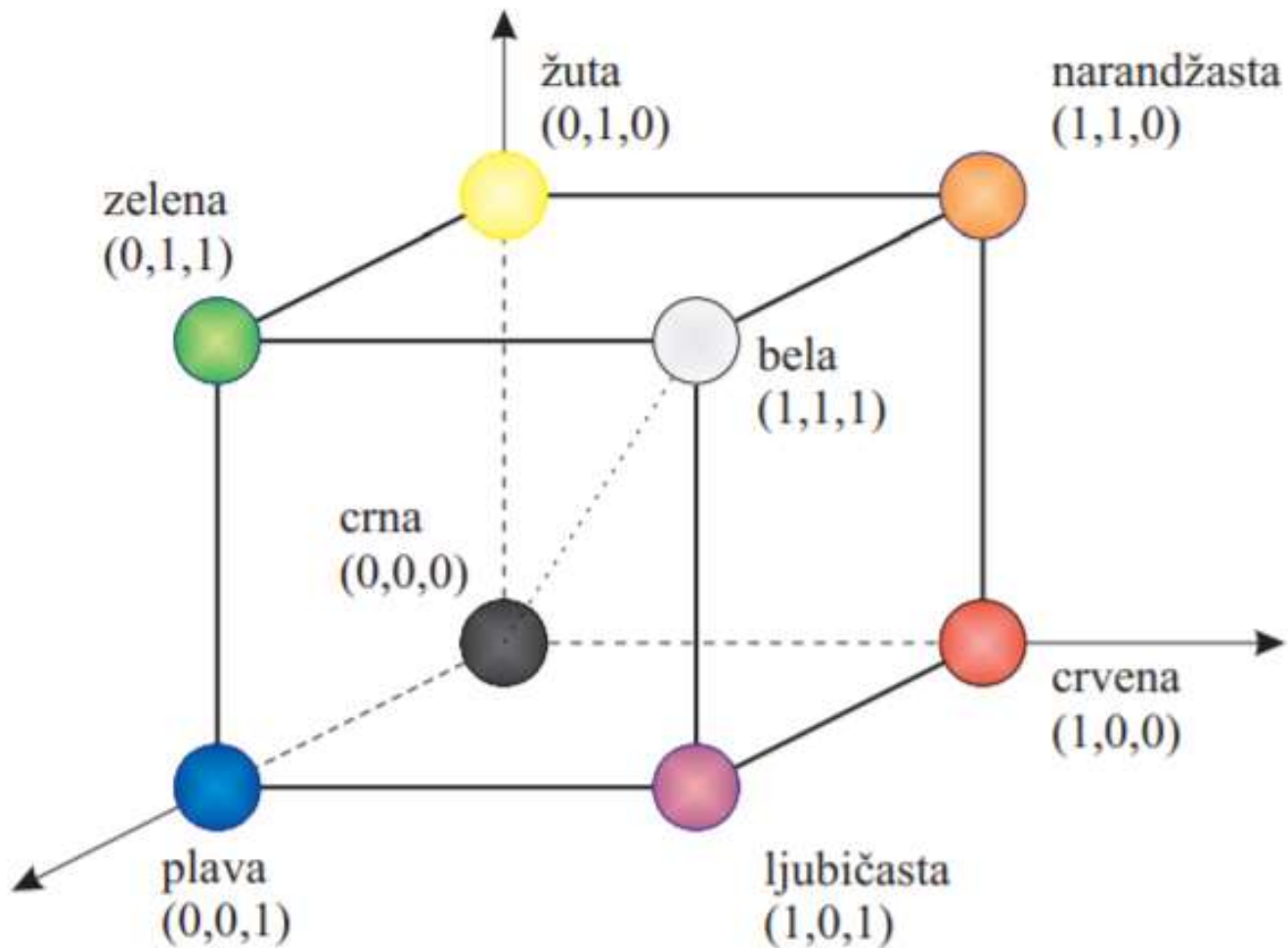
- V – osetljivost ljudskog oka pri dnevnoj svetlosti
- V' – osetljivost ljudskog oka u tami



Boje – digitalna slika

- ❑ R, G, B komponente obično vrednosti od 0 do 1, dok kod digitalne slike za $n=8$ bita vrednosti su od 0 do 255.
- ❑ 0 – odsustvo boje, 1- prisustvo boje
- ❑ (0,0,0) – crna boja, (1,1,1) – bela
- ❑ Kombinacijom 2 od 3 osnovne boje (R,G,B) – dobijaju se drugi modeli
- ❑ Zavisno od namene izbor primarnih boja – slikari (crvena, žuta, plava); televizija (crvena, zelena, plava); štampa (cijan, magenta, žuta)

Kocka boja



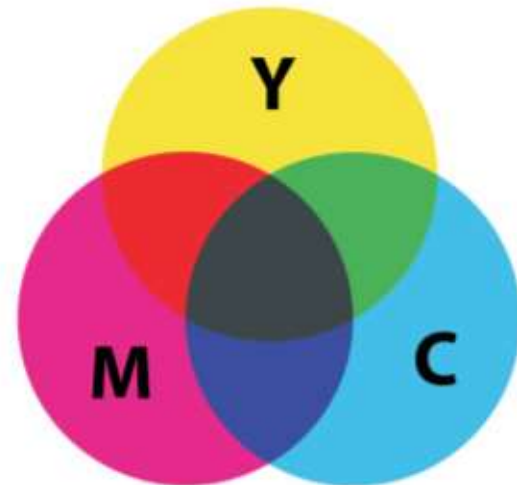
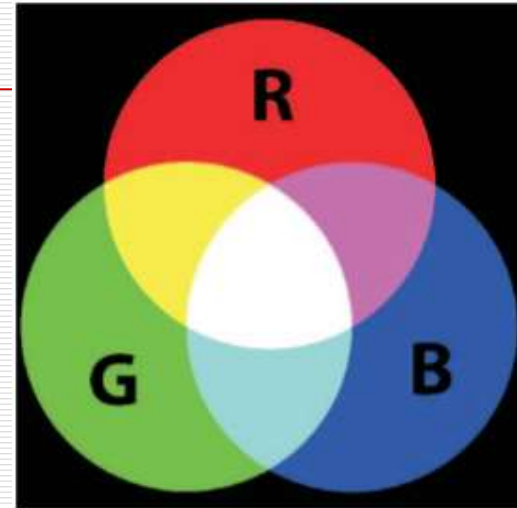
Modeli boja

□ Aditivni modeli boja

- Boje se mešaju tj. dodaju na crnu boju
- R,G,B osnovne aditivne boje

□ Subtraktivni modeli boja

- zasnovani na apsorpciji svetlosti
- od bele boje se oduzima neka boja (manji procenat boje daje svetliju boju)
- CMY
- CMYK



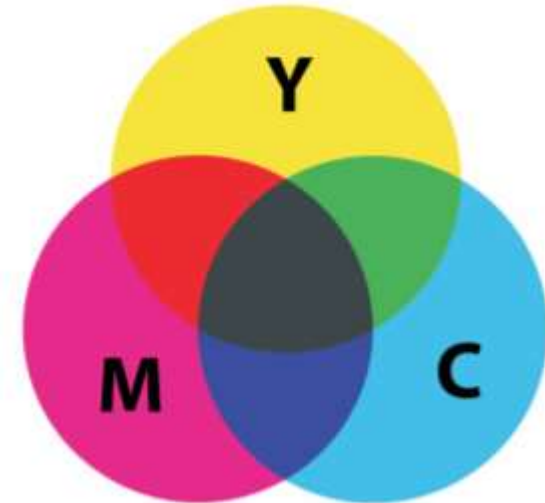
CMY model boja

□ CMY model se dobija kao:

- $G+B=C$ (cijan); $C=1-R$,
- $R+B=M$ (magenta); $M=1-G$,
- $R+G=Y$ (yellow); $Y=1-B$
- $R+G+B=W$ (white).

□ U teoriji bi $C+M+Y$ trebali da daju crnu boju ali se u praksi dobija tamnosmeđa

□ Ovaj problema rešava CMYK model boja



CMYK model boja

- Dodaje se četvrta boja crna (black)
 - C rešava problem CMY modela
 - CMYK model:
 - $K = \min(C, M, Y),$
 - $C = C - K,$
 - $M = M - K,$
 - $Y = Y - K$
-

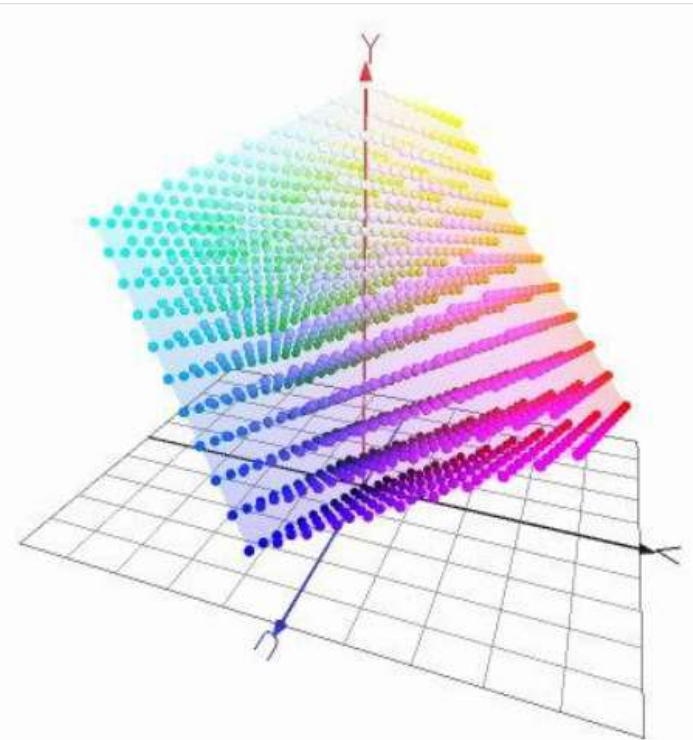
CMYK separacija boja

- separacija boja



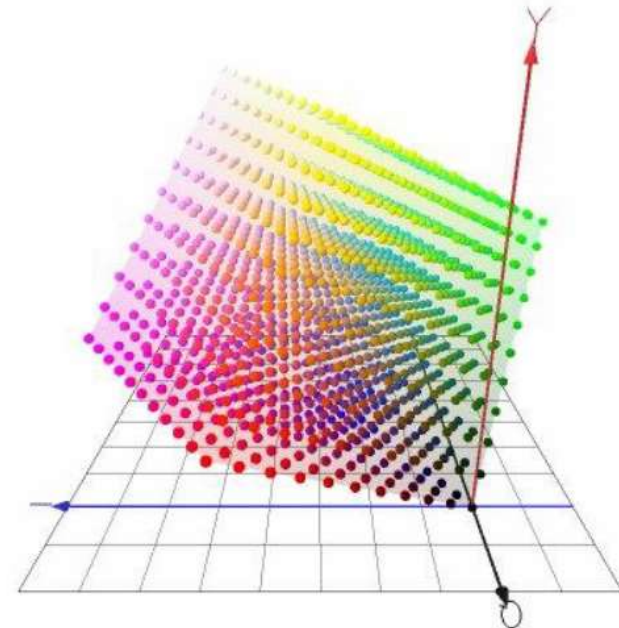
YUV model boja

- ❑ Koristi se u televiziji (PAL i SECAM standardi)
- ❑ Y – osvetljenost (crno bela TV)
 - $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$
 - $U = 0.564(B - Y)$
 - $V = 0.713(R - Y)$
- ❑ Aproksimacija YUV modela
 - $Y = 0.3R + 0.6G + 0.1B$
 - $U = (B - Y)$
 - $V = (R - Y)$



YIQ model boja

- ❑ U televiziji sa NTSC standardom
- ❑ Y – osvetljenost (crno bela TV)
 - $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$
- ❑ I i Q – informacije o bojama
 - $I = V \cos 33^\circ - U \sin 33^\circ$
 - $Q = V \sin 33^\circ - U \cos 33^\circ$
- ❑ IQ ravan zaokrenuta za 33° prema UV ravni



Modeli i konverzija modela

- ❑ Moguća je direktna konverzija RGB u CMY i CMY u RGB
 - ❑ RGB u CMYK i obrnuto se radi posredno preko CMY
 - ❑ Mnogo još modela (npr. CIE (International Commission on Illumination) modeli)
 - CIE XYZ
 - CIE LUV
 - CIE LAB
 - CIE UVW
-