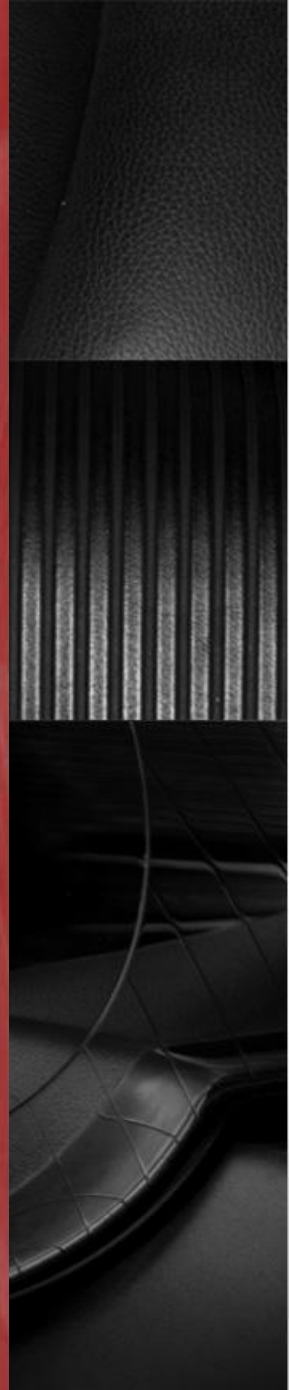


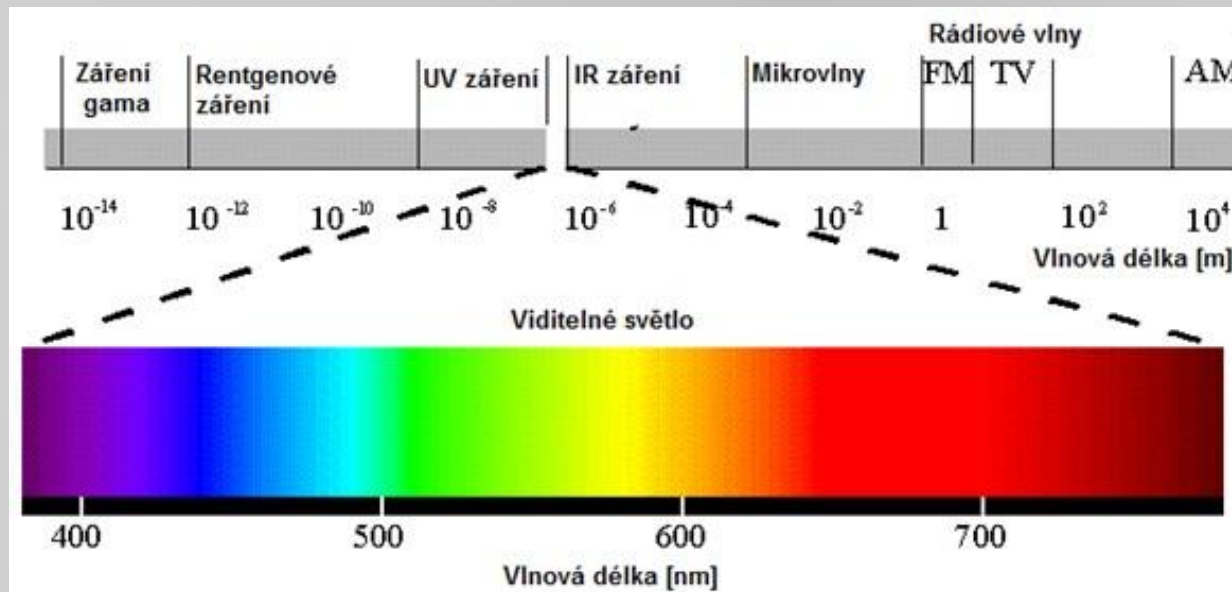
Vidění – příjem a zpracování optických podnětů

Biofyzika



Světlo

- Světlo – viditelná část spektra elektromagnetického záření (380-760nm)

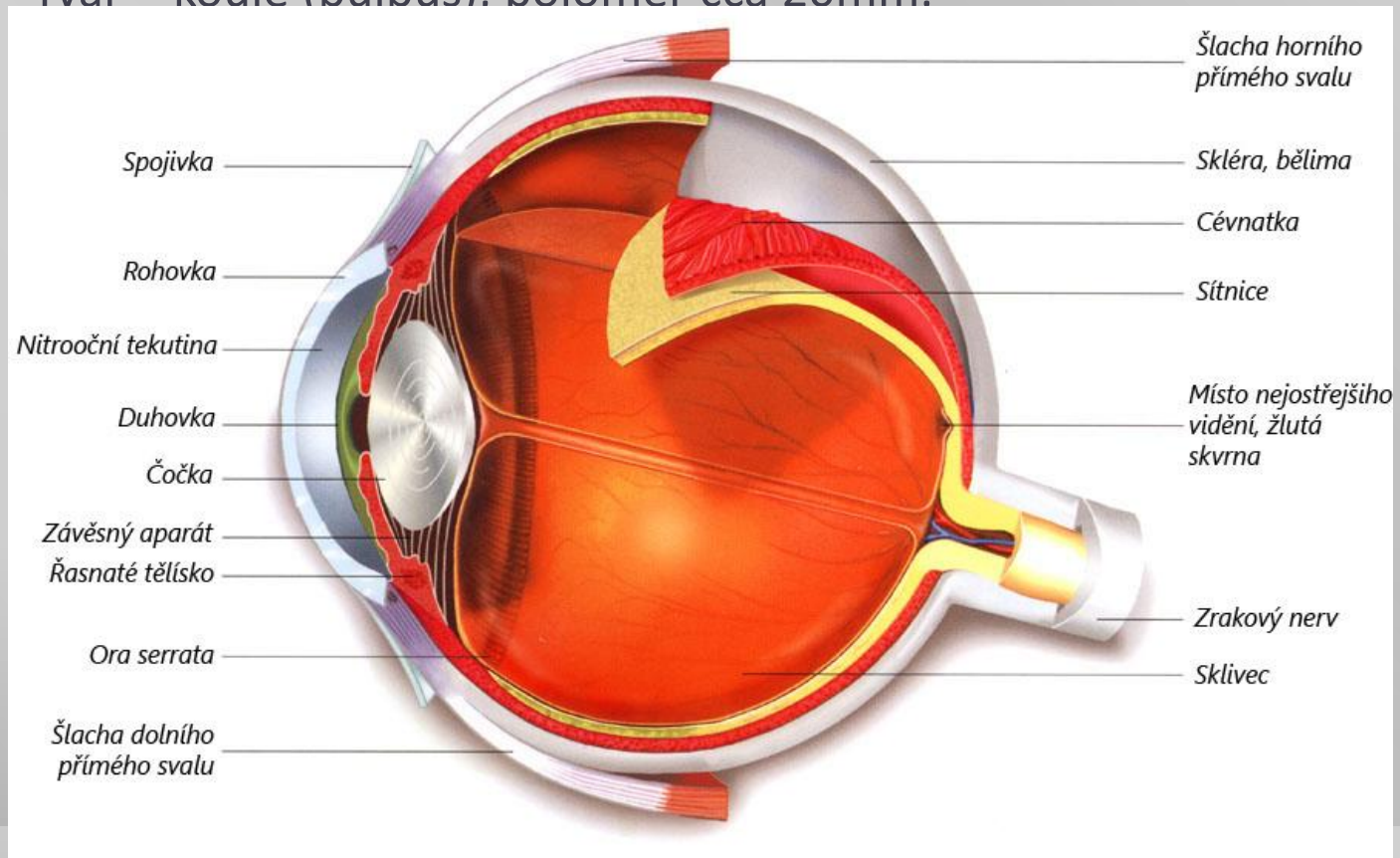


- Oko vnímá také:
 - Jas (intensity) – svítivost. Čím vyšší je intezita světla, tím se zdroj jeví jasnější
 - Sytost (saturation) – udává čistotu barvy světla. Čím vyšší, tím užší pásmo spektra světla.
 - Světlost (brightness) – určuje velikost achromatické složky.

Oko

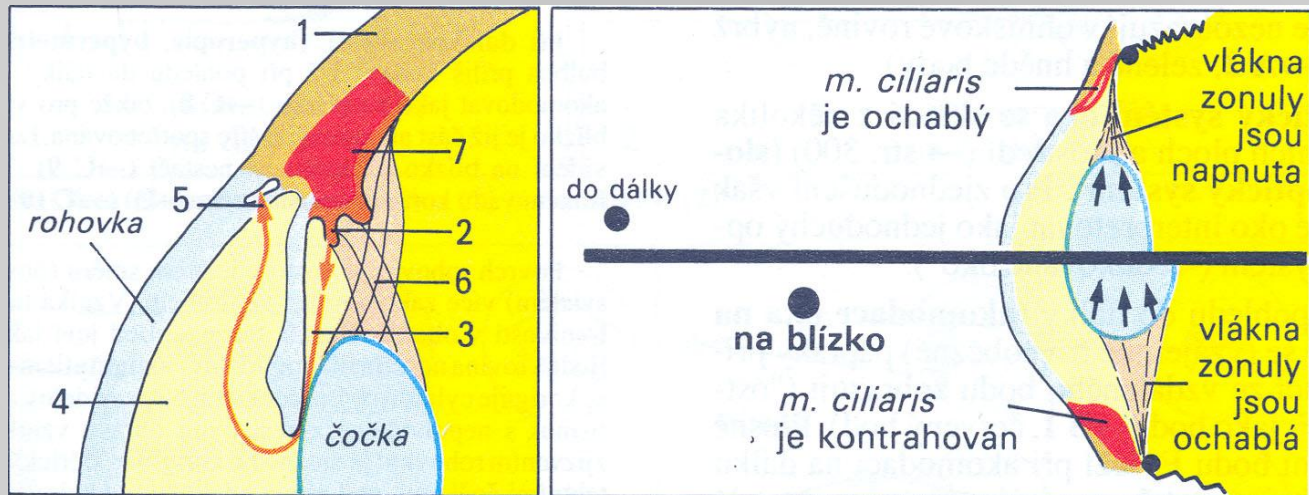
Rohovka -> komorová voda -> čočka -> sklivec -> sítnice

Tvar – koule (bulbus). poloměr cca 20mm.



Vlastnosti oka

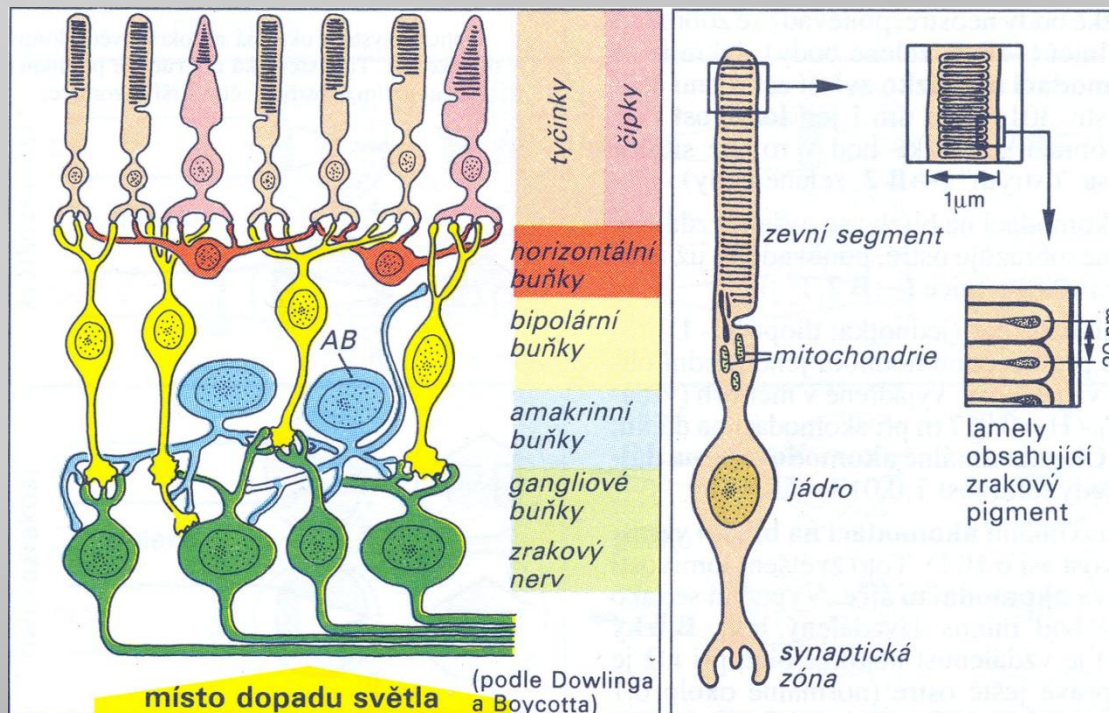
- Nitrooční tlak Rovnováha mezi přítokem a odtokem komorové vody (obměna trvá asi hodinu)



- Akomodace oka – přizpůsobení oka na dálku a na blízko (deformace čočky)

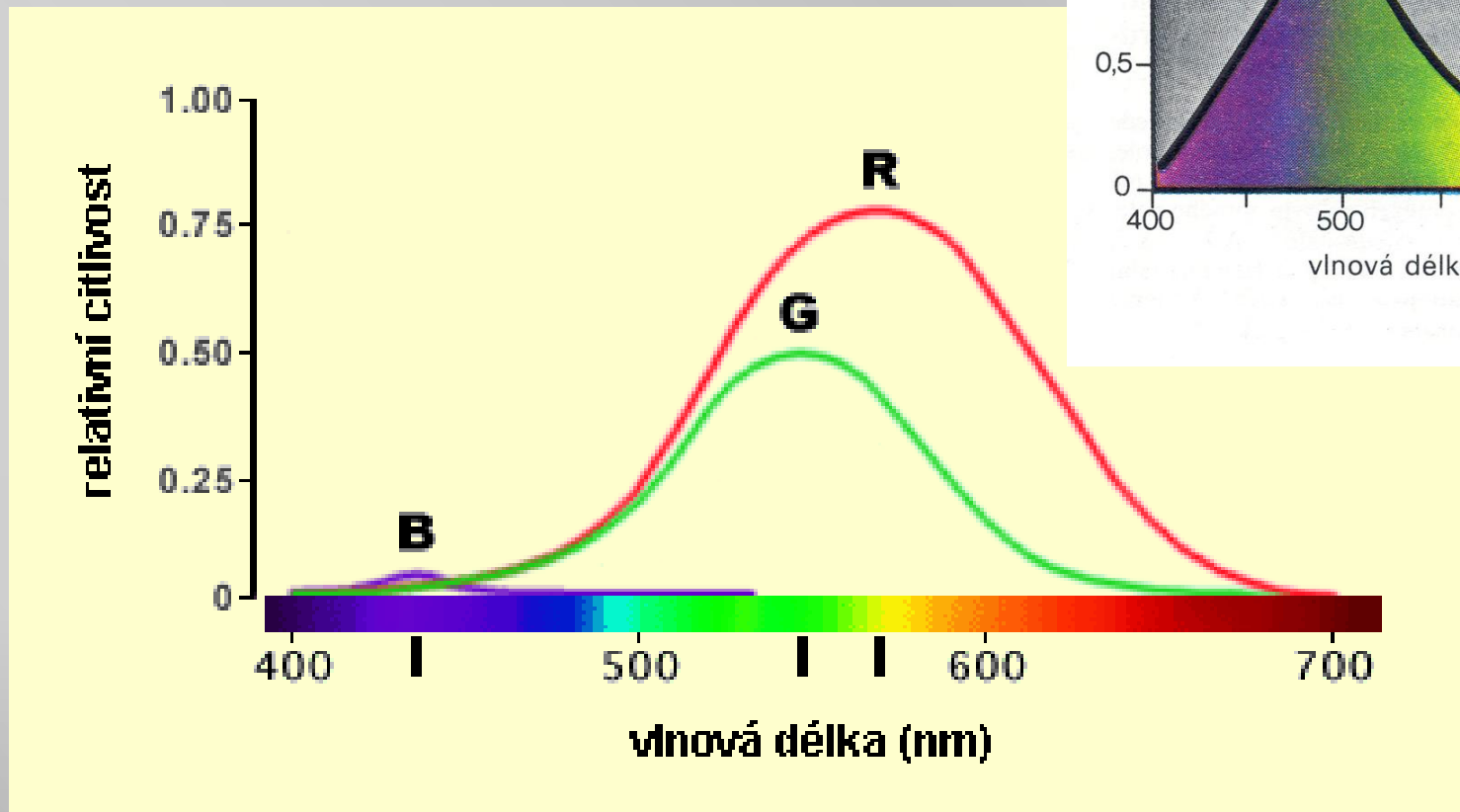
Sítnice

- Tyčinky asi 120 mil. (monochromatické vidění), čípky asi 6mil. (barevné vidění) – pigment citlivý na světlo
- Různá hustota napojení na zrakový nerv (různé rozlišení)



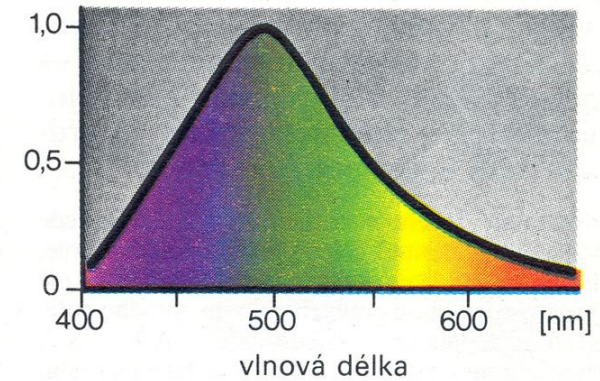
Čípky

- Tři druhy barevného pigmentu



Suma – pro všechny čípky

relativní absorpce



Barvoslepost (Daltonismus)



- Úplná barvoslepost (tóny šedé) - zřídka
- Částečná barvoslepost – nevnímá (částečně nebo úplně) některou z barev

- Protanopie – nevnímá červenou barvu



- Deuteranopie – nevnímá zelenou barvu

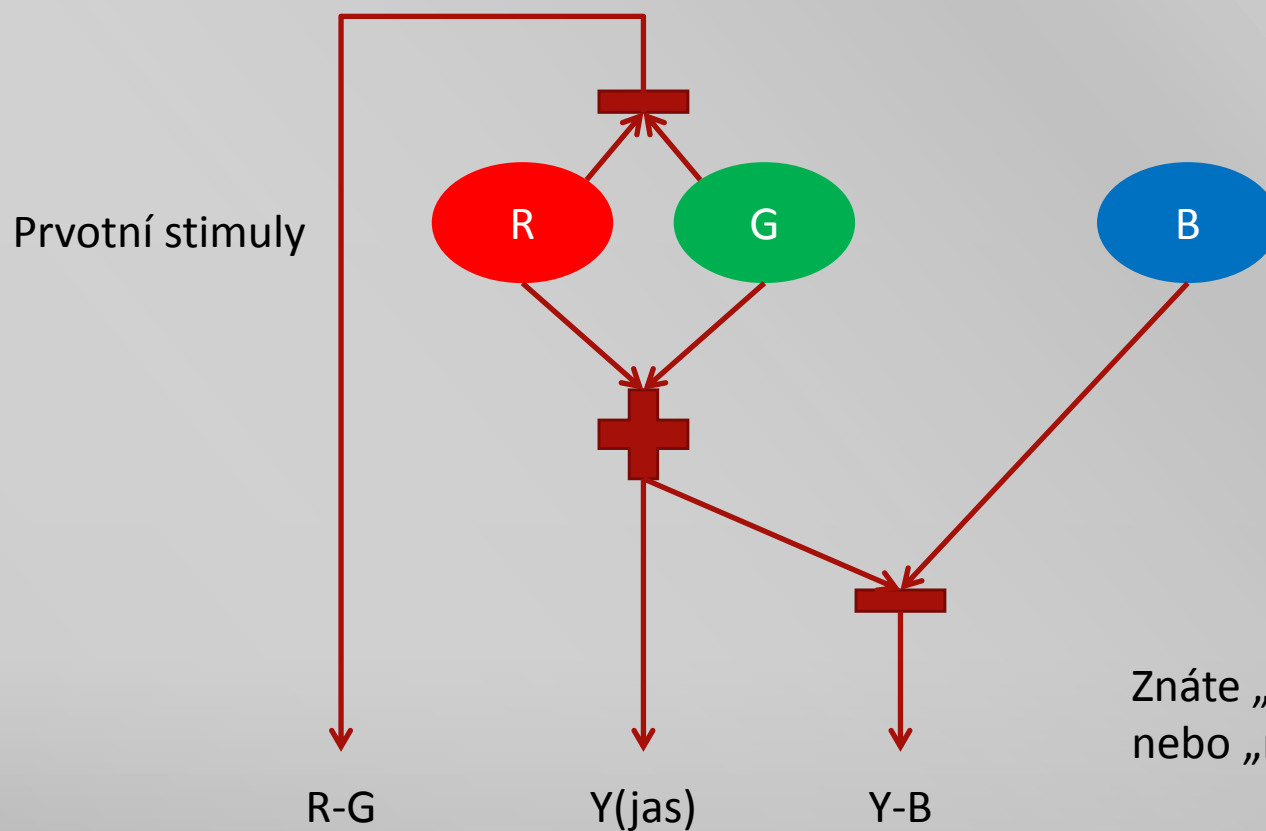


- Tritanopie – nevnímá modrou barvu



9% mužů a 0.4% žen

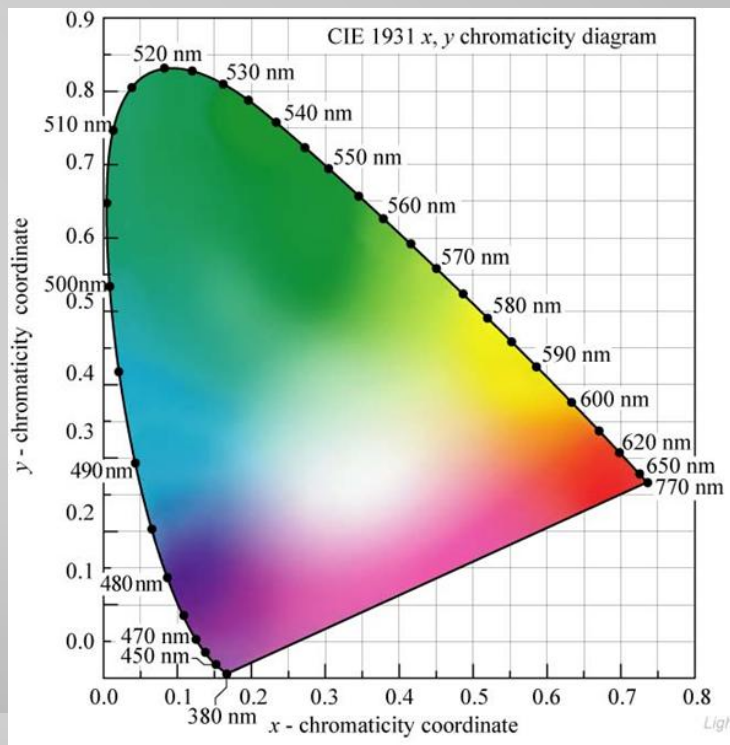
Rekombinace barevných stimulů



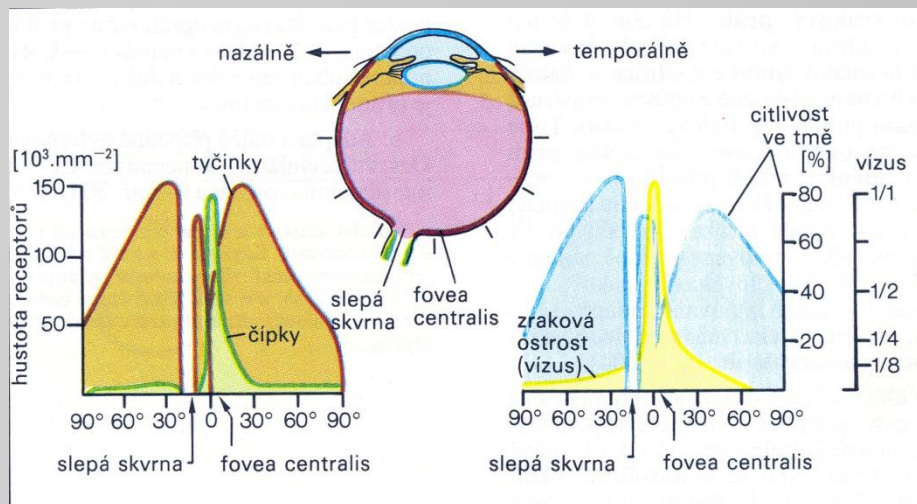
Znáte „načervenalou zeleň“
nebo „nažloutlou modř“?

Barevné vidění

- barevné spektrum – červená (650-760 nm) až fialová (asi 380 nm)
- bílé světlo – vznikne také smísením dvojice **komplementárních barev**
- syntéza všech barev – ze základních (červená, zelená, fialová)

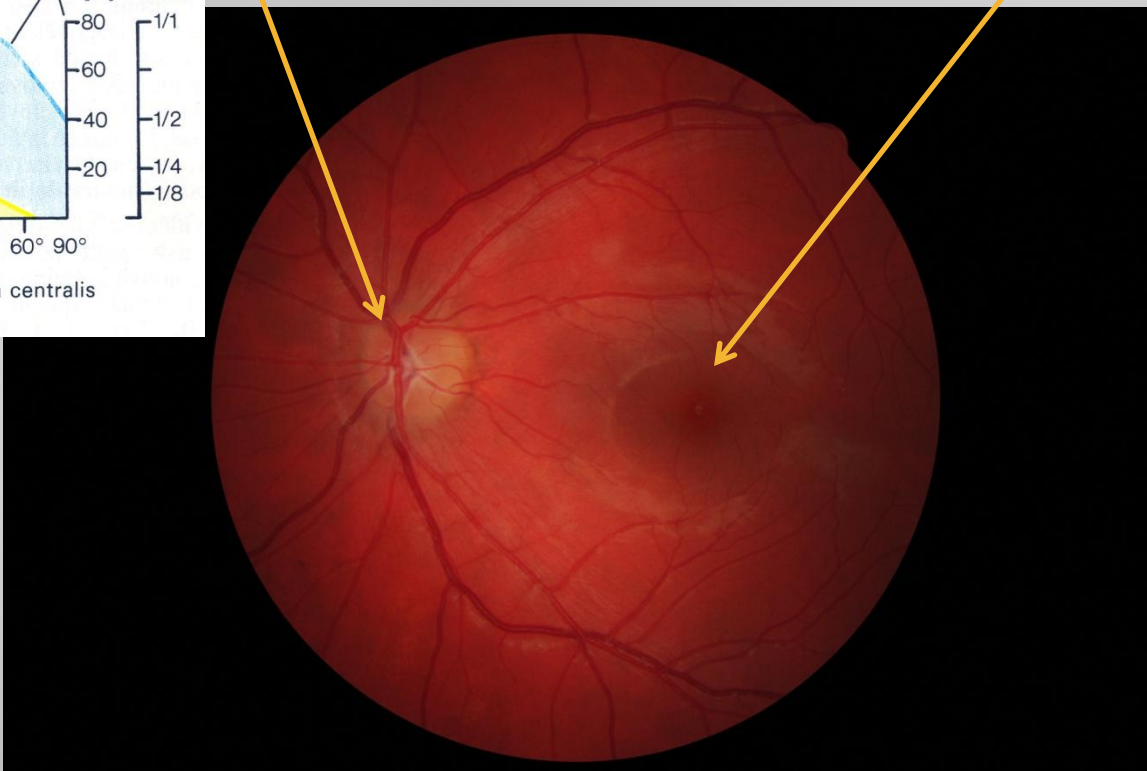


Receptory na sítnici



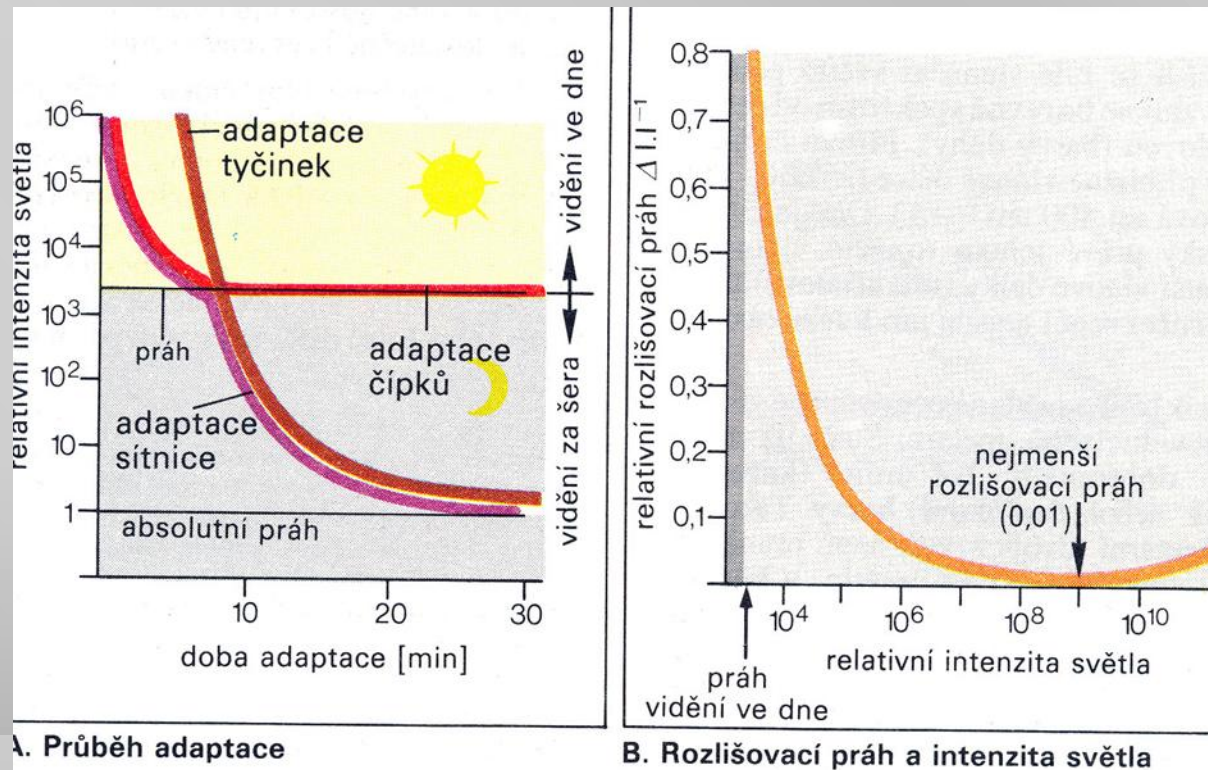
Slepá skvrna (optický disk)

Žlutá skvrna



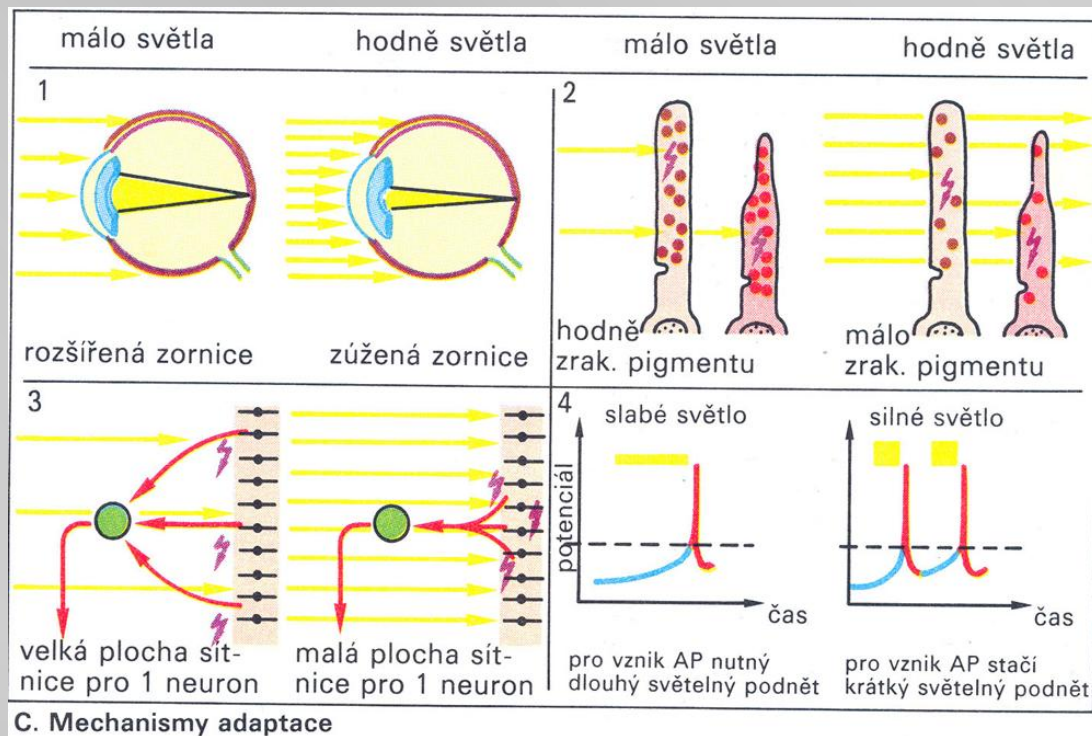
Adaptace sítnice

- Oko reaguje na podněty o velmi různé intenzitě,
 - max. dynamický rozsah světelné intenzity je 10^{10}
 - min. detekovatelná intenzita je asi 10^{-5} lx



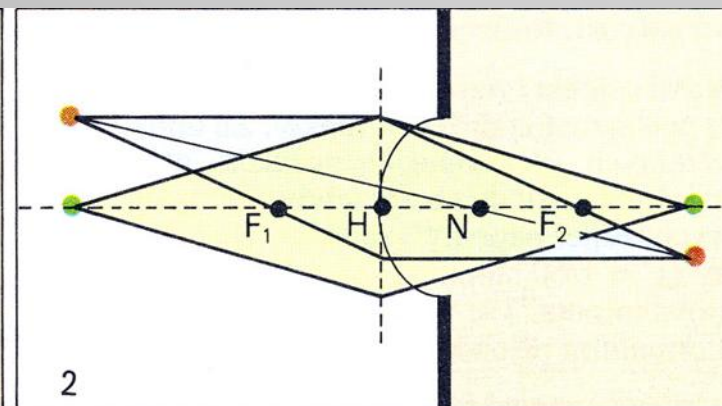
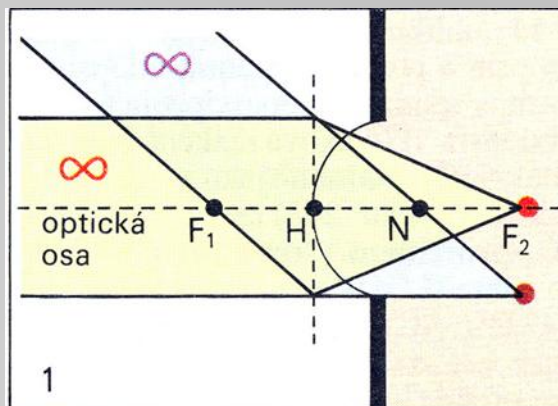
Mechanismy adaptace

1. zornice – zornicový reflex (snížení množství světla až na 1/16)
2. změny koncentrace zrakového pigmentu v receptorech
3. prostorová sumace – změna počtu receptorů, z nichž jde podráždění na jedno vlákno zrakového nervu
4. časová sumace – delší podprahové podněty nakonec vedou k AP

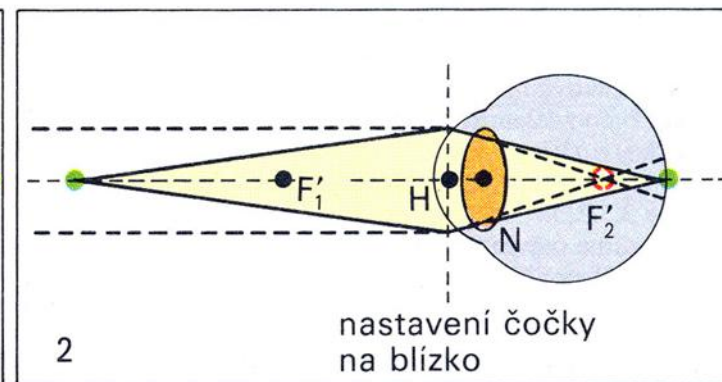
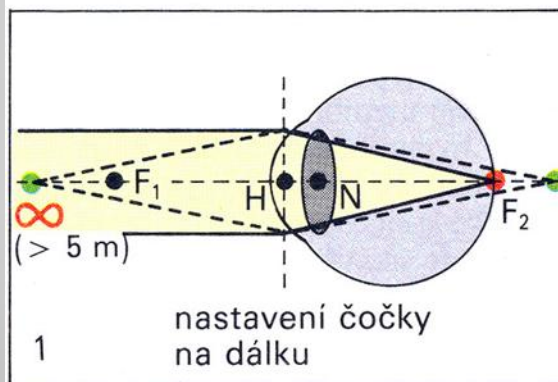


Lomivost oka

- **Lomivost oka** [D] – převrácená hodnota jeho přední ohniskové vzdálenosti [m].
- $F_1H = 0,017$ m při akomodaci na dálku pak oko akomodované na dálku má lomivost $1/0,017=58,8$ D.
- Při akomodaci na blízko vzroste lomivost asi o 10 D.



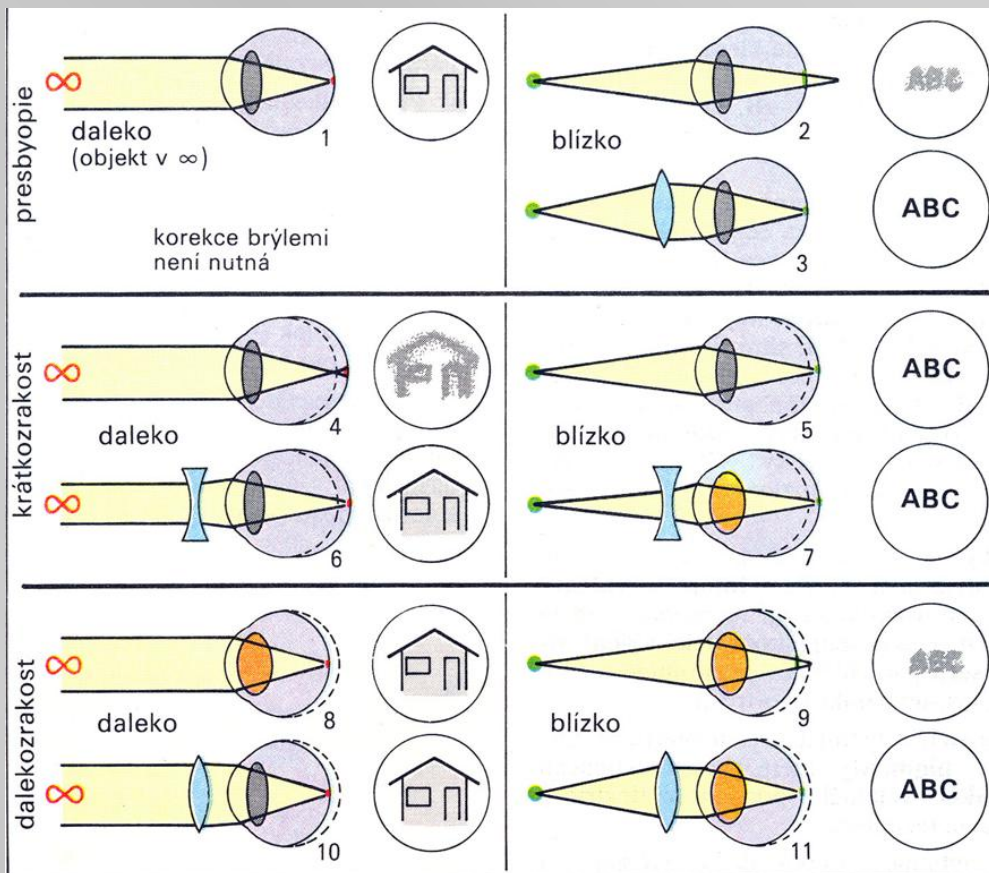
A. Zobrazení vzdáleného (1) a blízkého (2) bodu



B. Oko: akomodace na dálku (1) a na blízko (2)

Poruchy zraku

Vetchozrakost – ztráta pružnosti čočky

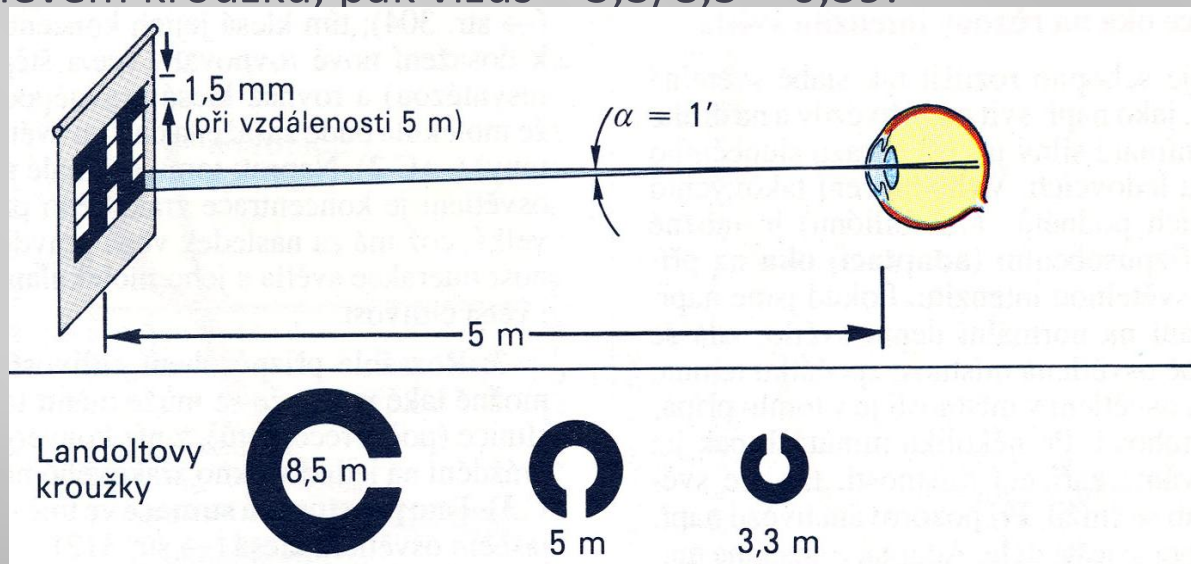


Krátkozrakost – dlouhý bulbus

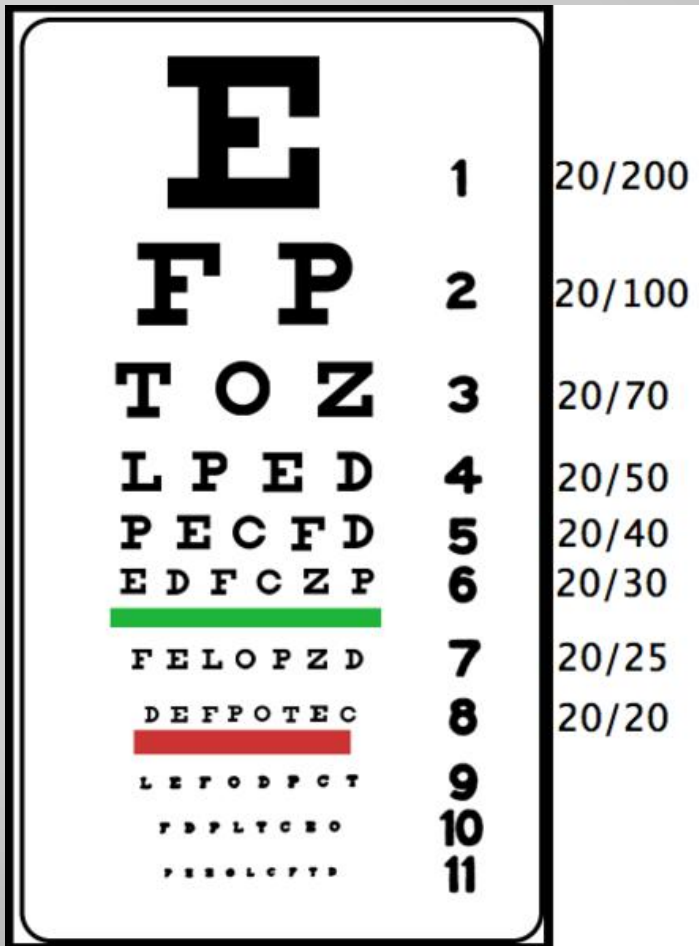
Dalekozrakost – krátký bulbus

Zraková ostrost (vízus) = $1/\alpha$ [(úhlová minuta) $^{-1}$]

- Zraková ostrost se počítá z poměru skutečné a náležité vzdálenosti, z nichž je otevření kroužku (nebo písmeno) rozlišeno.
- Např.: ze vzdálenosti 3,3 m normální oko rozezná, kde je pravý kroužek otevřen, tedy vízus = $3,3/3,3 = 1$, pokud ze vzdálenosti 3,3 m vidíme otevření jen v levém kroužku, pak vízus = $3,3/8,5 = 0,39$.



Snellenovy optotypy





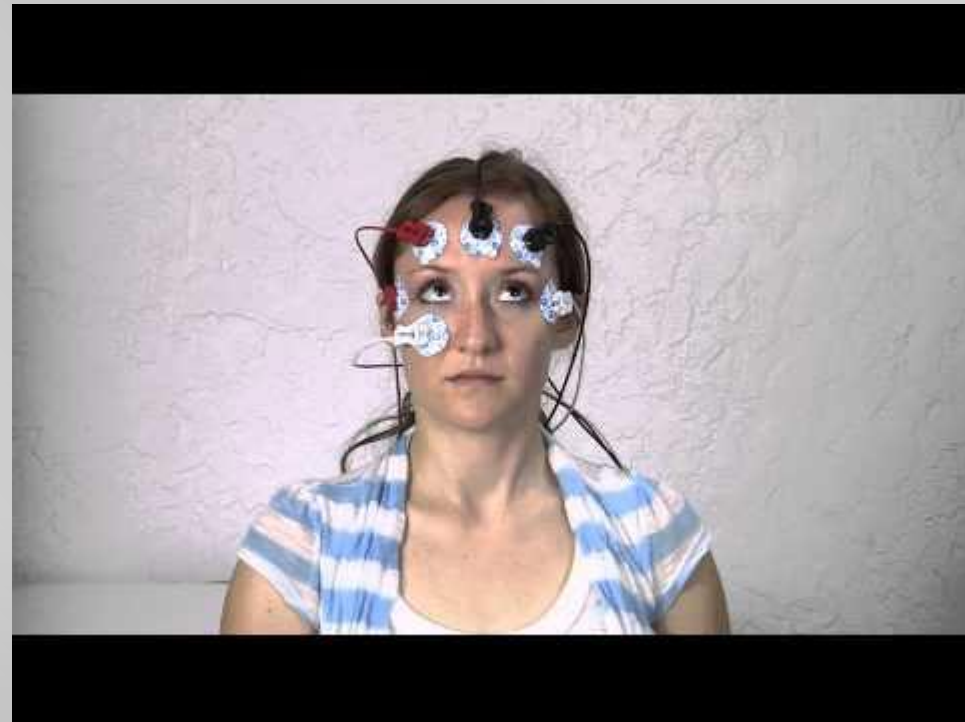
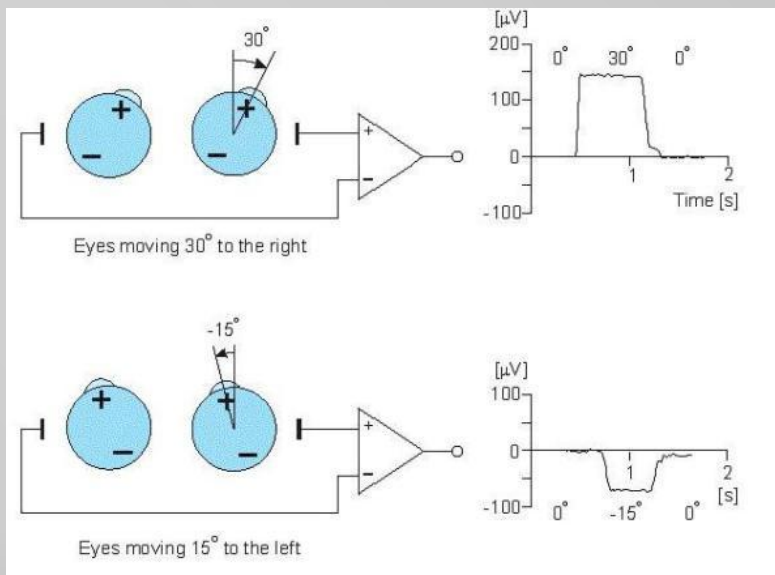
Vizuální informační komplex

- Obsahuje 4 hlavní podsystemy:
 - sítnice
 - vizuální nervové cesty (sítnice → thalam → cortex)
 - vizuální projekční oblasti v cortexu (identifikace tvaru a pohybu)
 - podsystem pro barevné vidění

Úplné poznání funkce těchto informačních podsystemů je lidstvu ještě dosti vzdáleno.

Elektrookulografie (EOG)

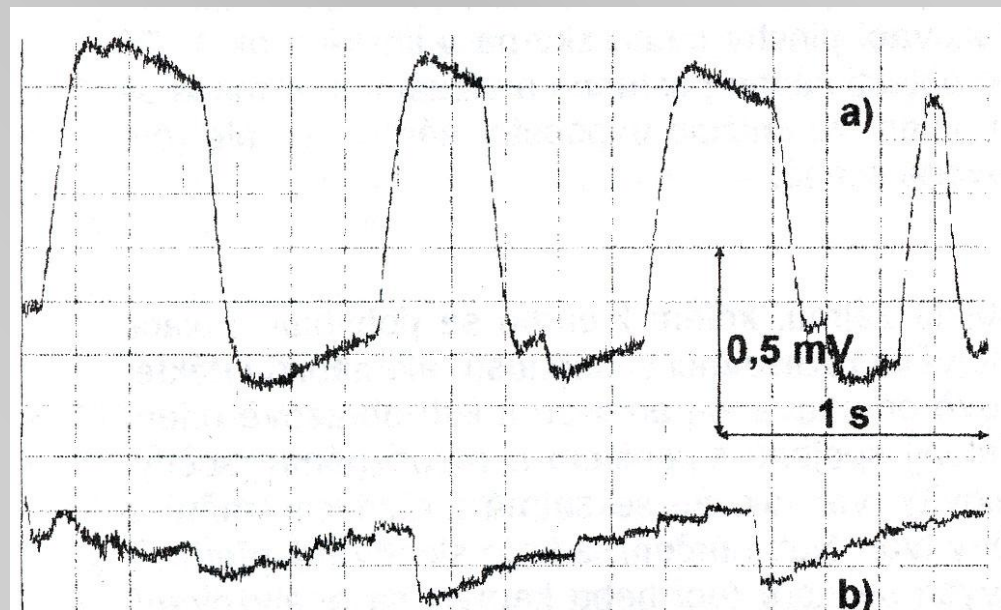
- Snímání elektrických projevů při pohybu oka (oko – dipól, přední strana má kladný náboj a zadní záporný)



EOG - příklad

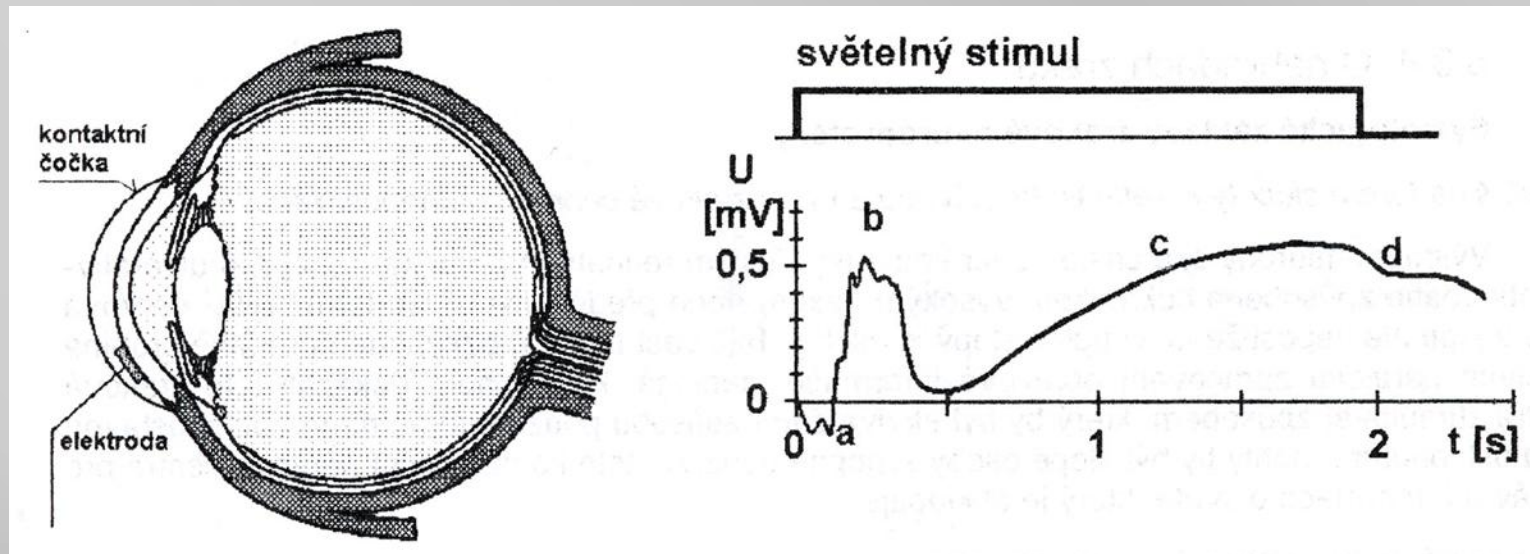
Maximální výchylka
(vlevo/vpravo)

Čtení textu



Elektroretinografie (ERG)

- záznam změn vizuálně evokovaného el. Potenciálu vnitřního povrchu sítnice kontaktní elektroda ve tvaru mezikruží s otvorem uprostřed (kterým lze stimulovat sítnici), popř. elektrodou, která je součástí kontaktní čočky; referenční elektroda na uchu.



Hodnotí se zpoždění vln od počátku stimulu, velikost vln, výskyt specifických vln (oscilačních potenciálů u vlny b)

ERG - ukázka

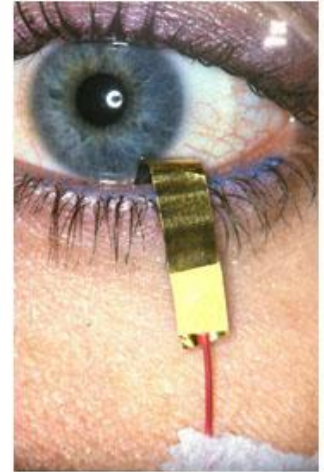
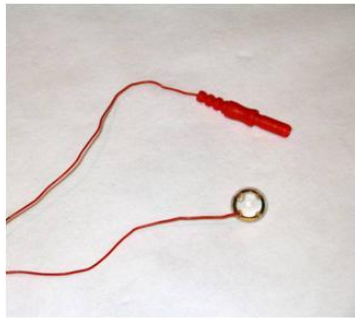


Figure 1

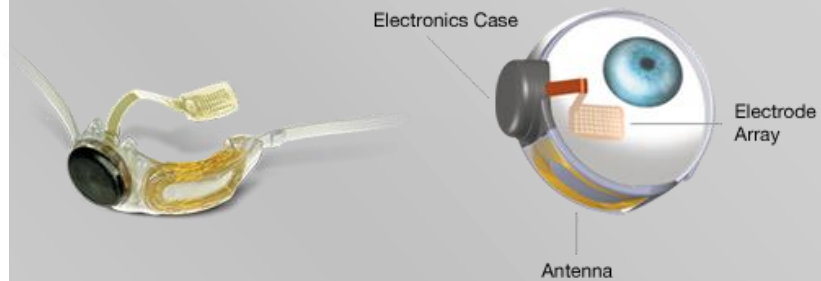
some corneal ERG electrodes

Oftalmoskopie (digitální fundus kamera)



Umělá sítnice (bionické oko)

- Argus II



Vizus: 20/1260

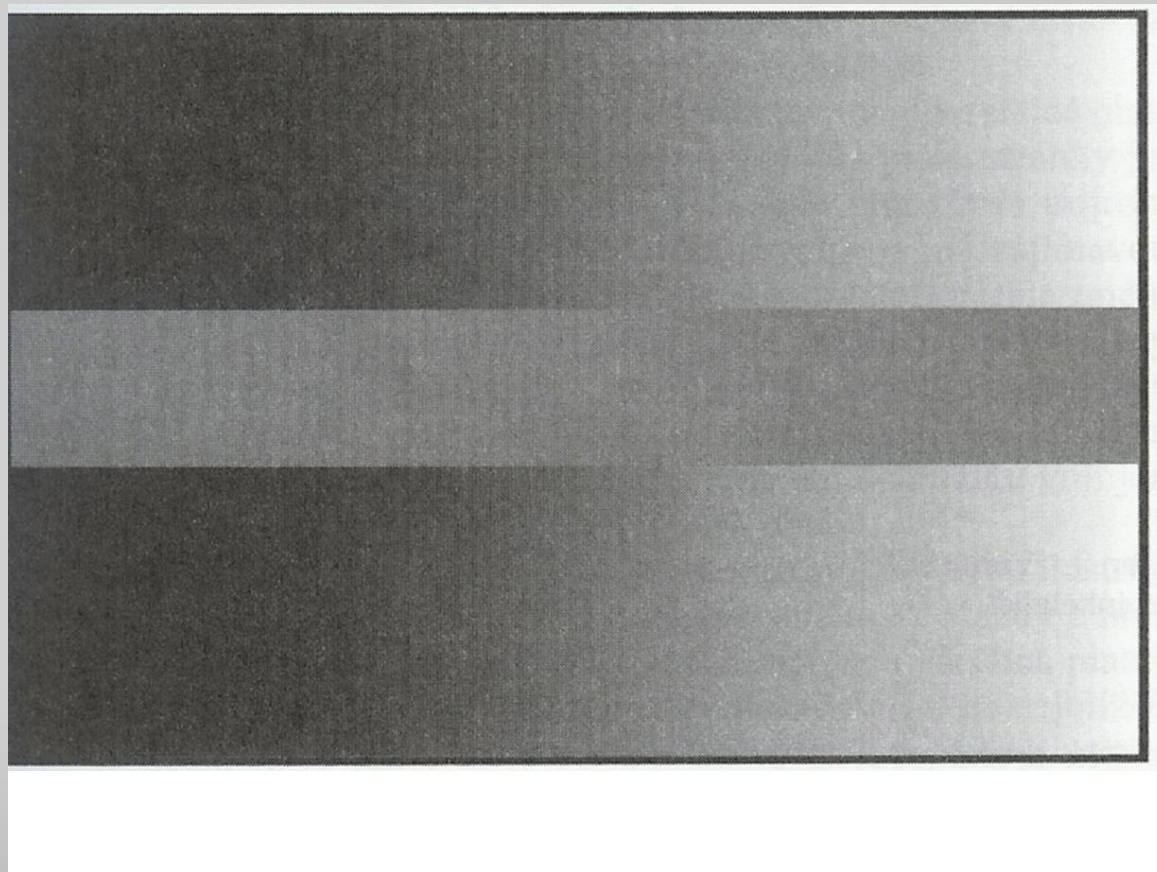
Cena: 115000 USD



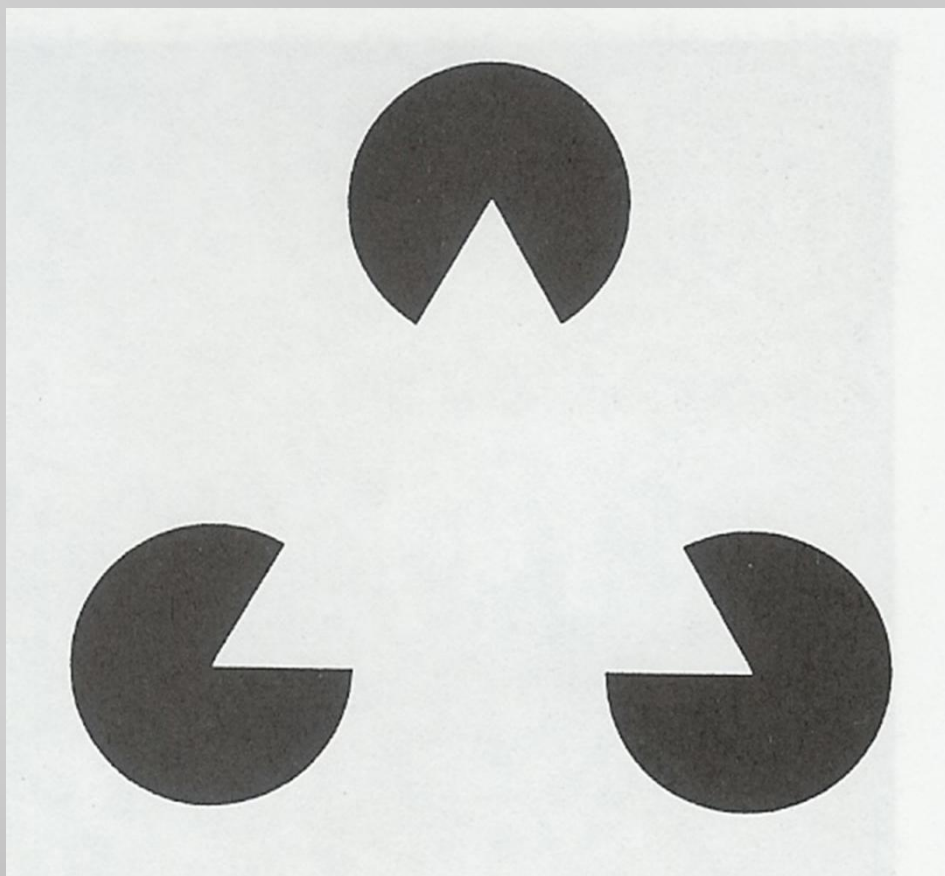
Nešálí vás zrak?

Převzato z knihy Francise Cricka Věda hledá duši

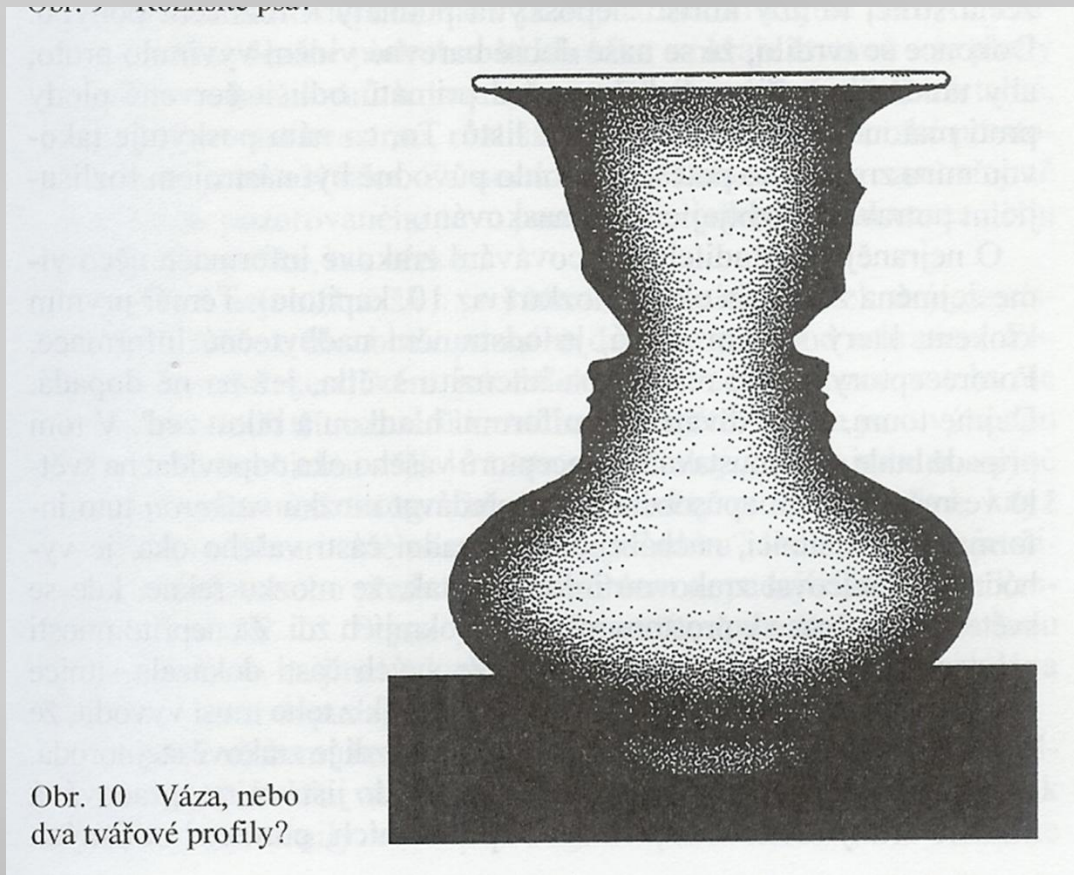
Je stínování horizontálního pruhu stejnorodé?



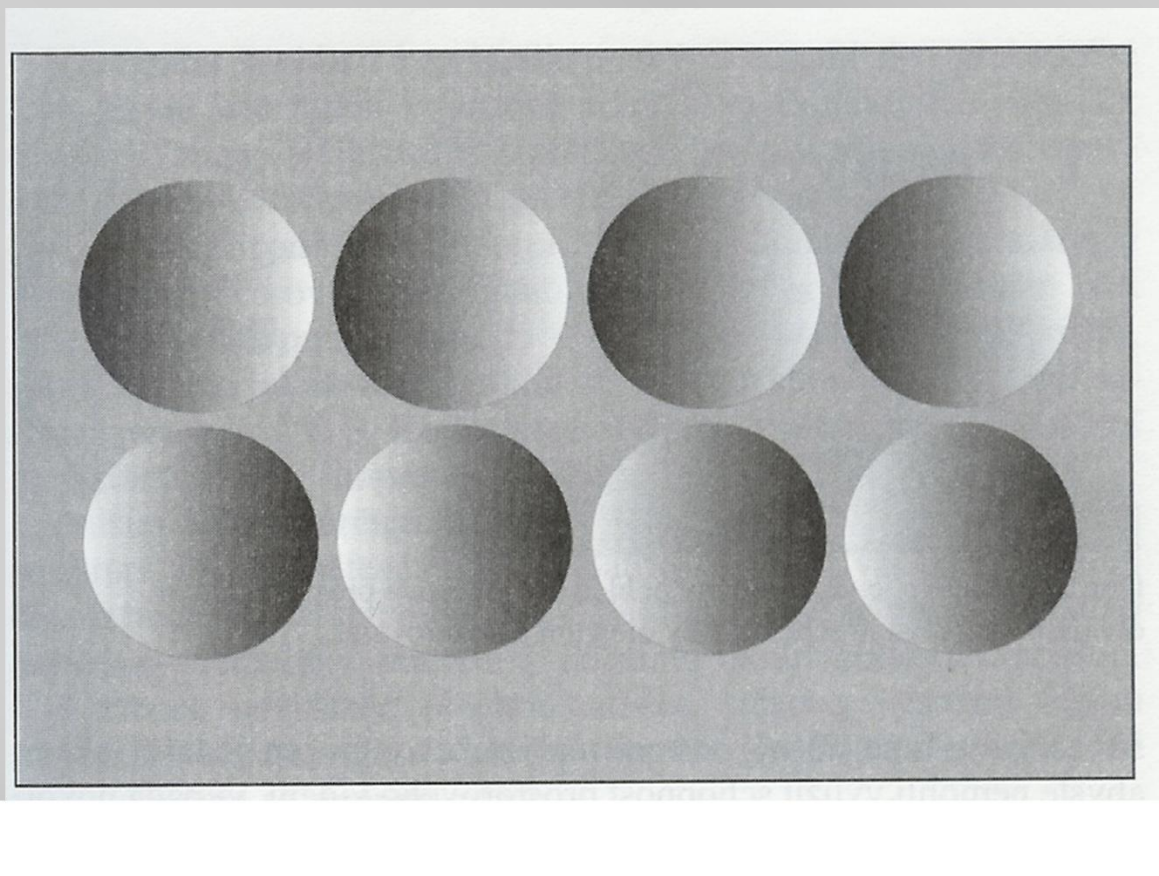
iluzorní obrysy (Kanizsův trojúhelník)



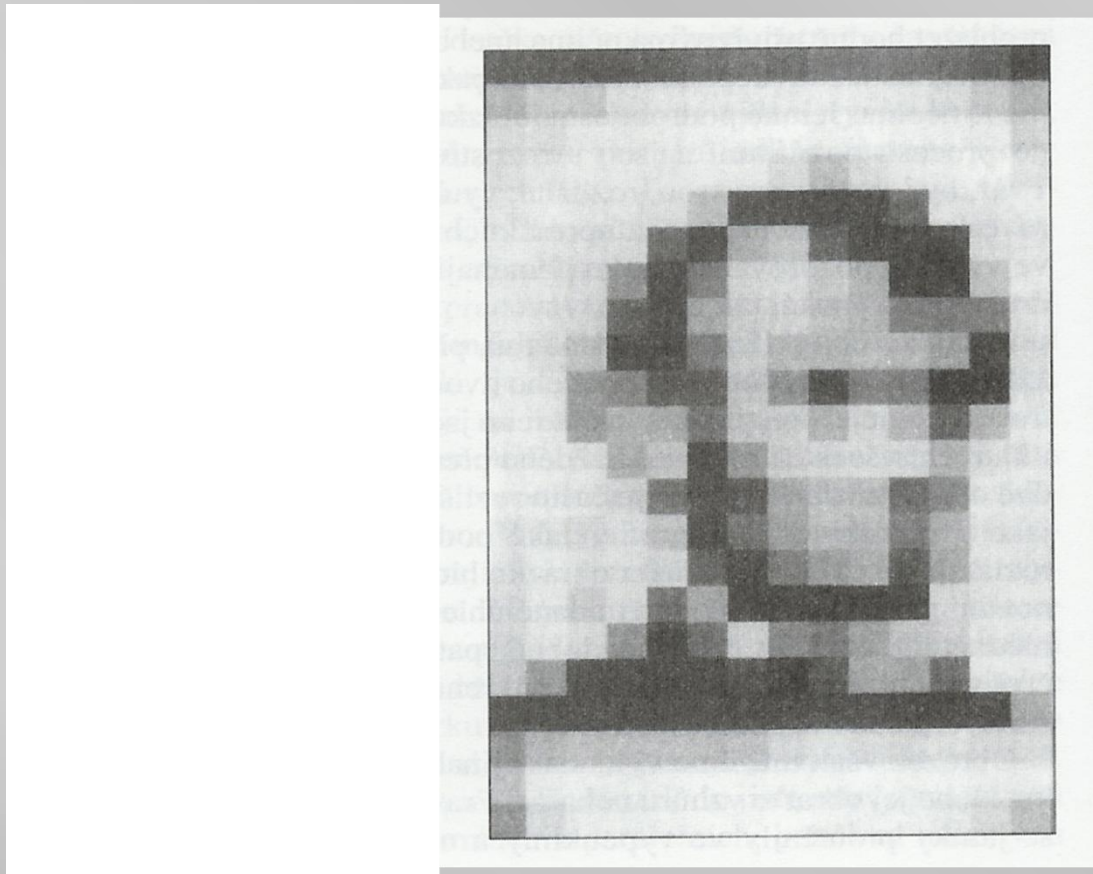
Váza ... ?



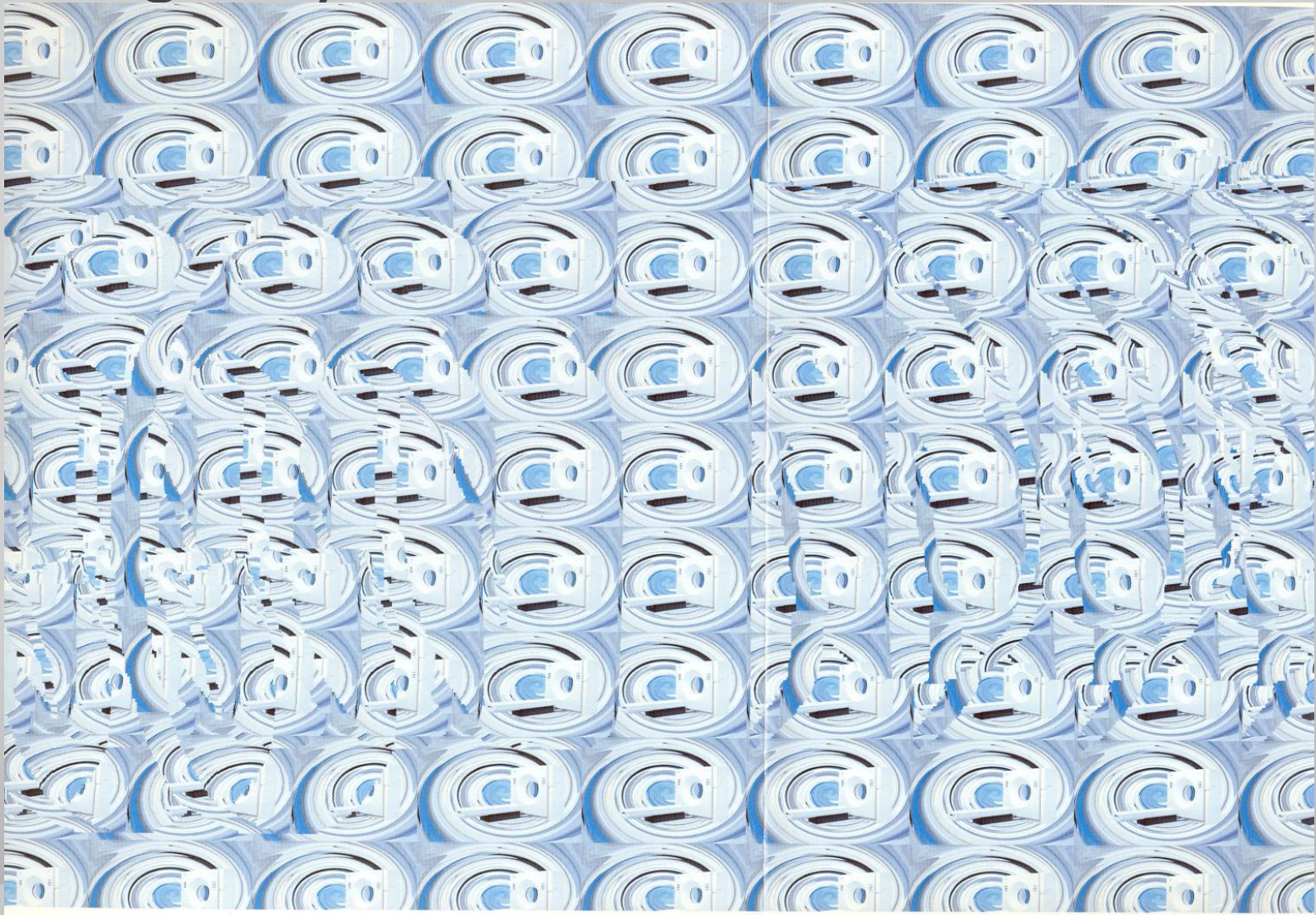
Důlky nebo vypoukliny?



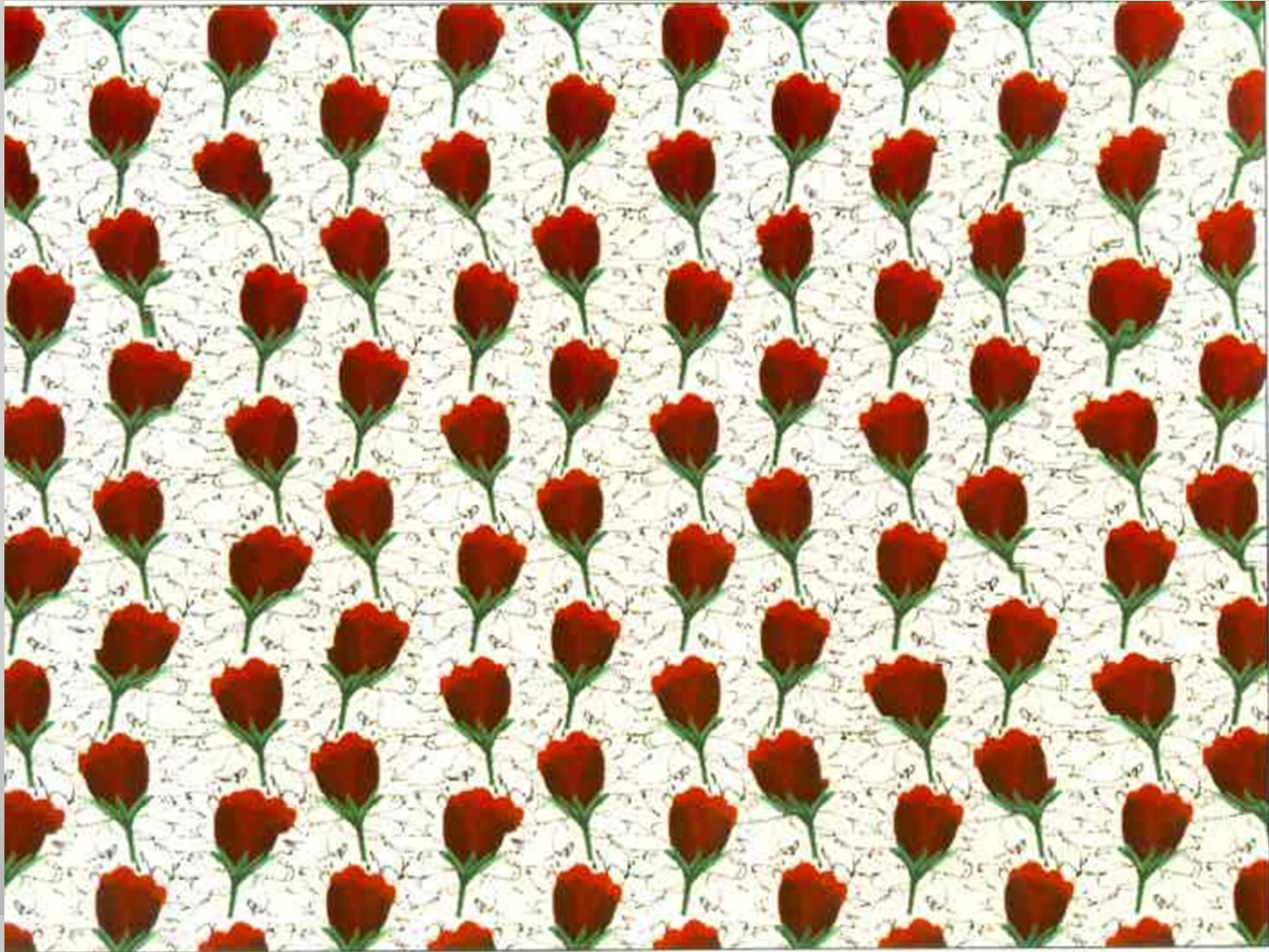
Co vidíme zblízka a co z dálky?



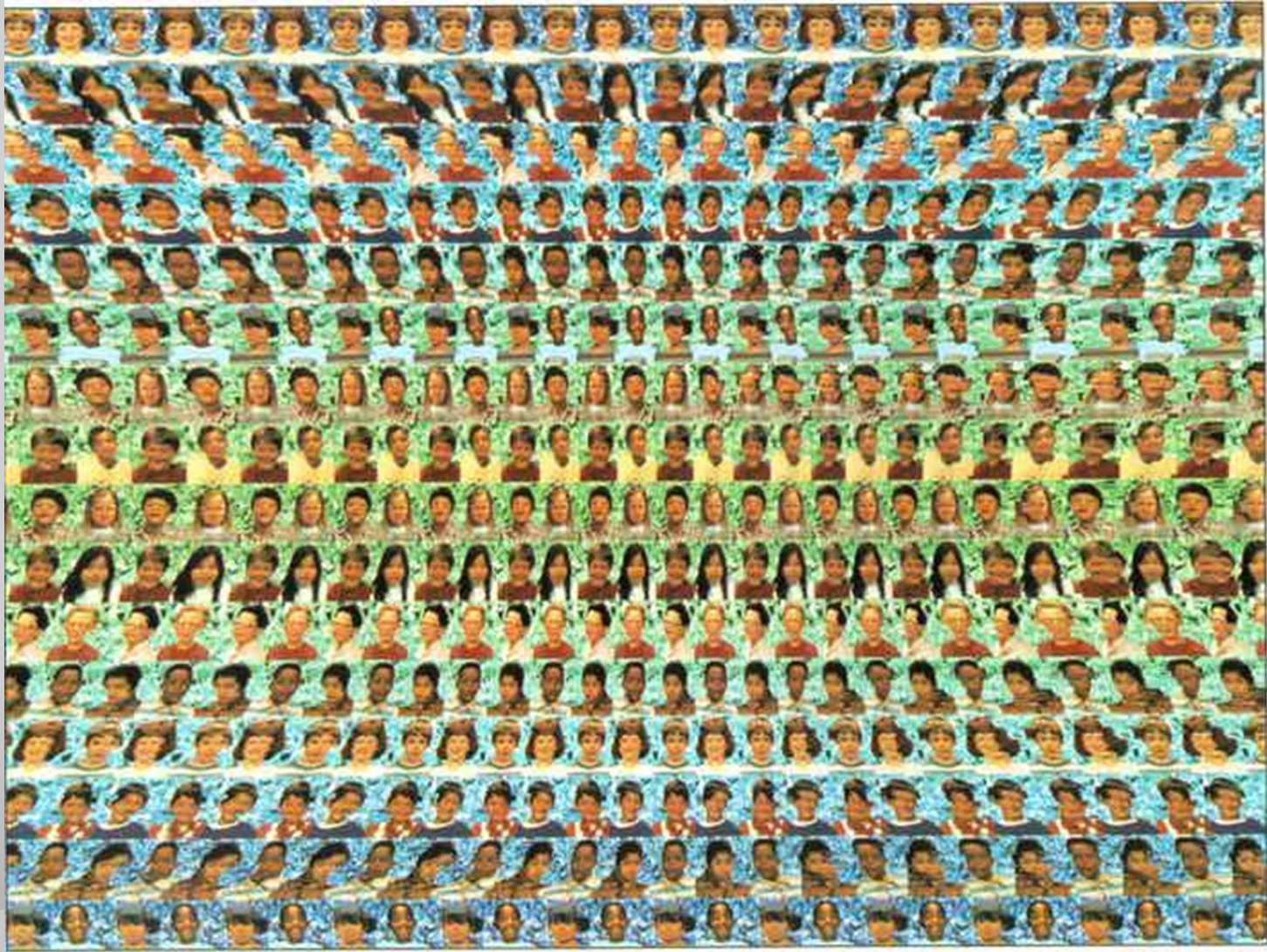
Stereogramy



Stereogramy



Stereogramy



Stereogramy

