

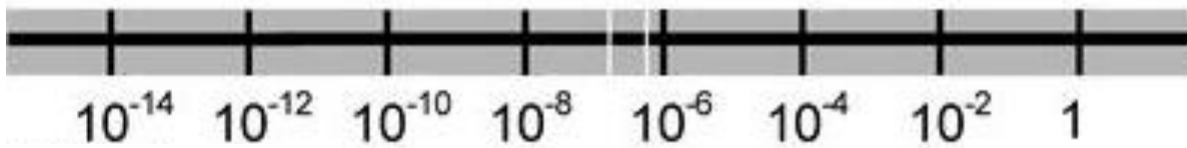
# **Fotorecepce II**

## **(Vidění)**

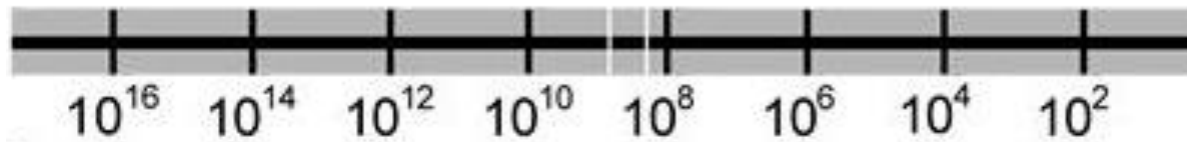
Milan Číž

# Vidění

viditelné světlo

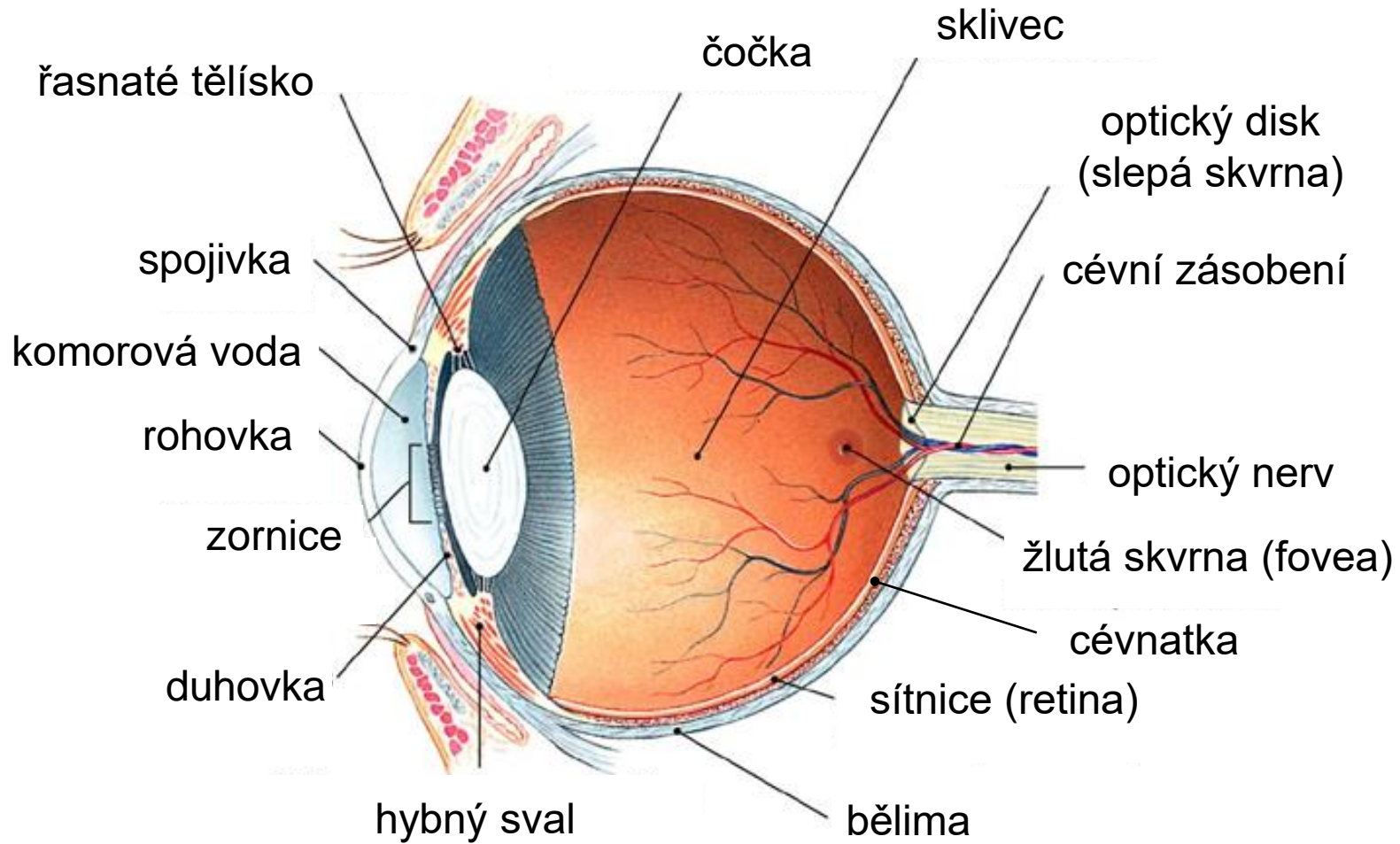


vlnová délka (m)

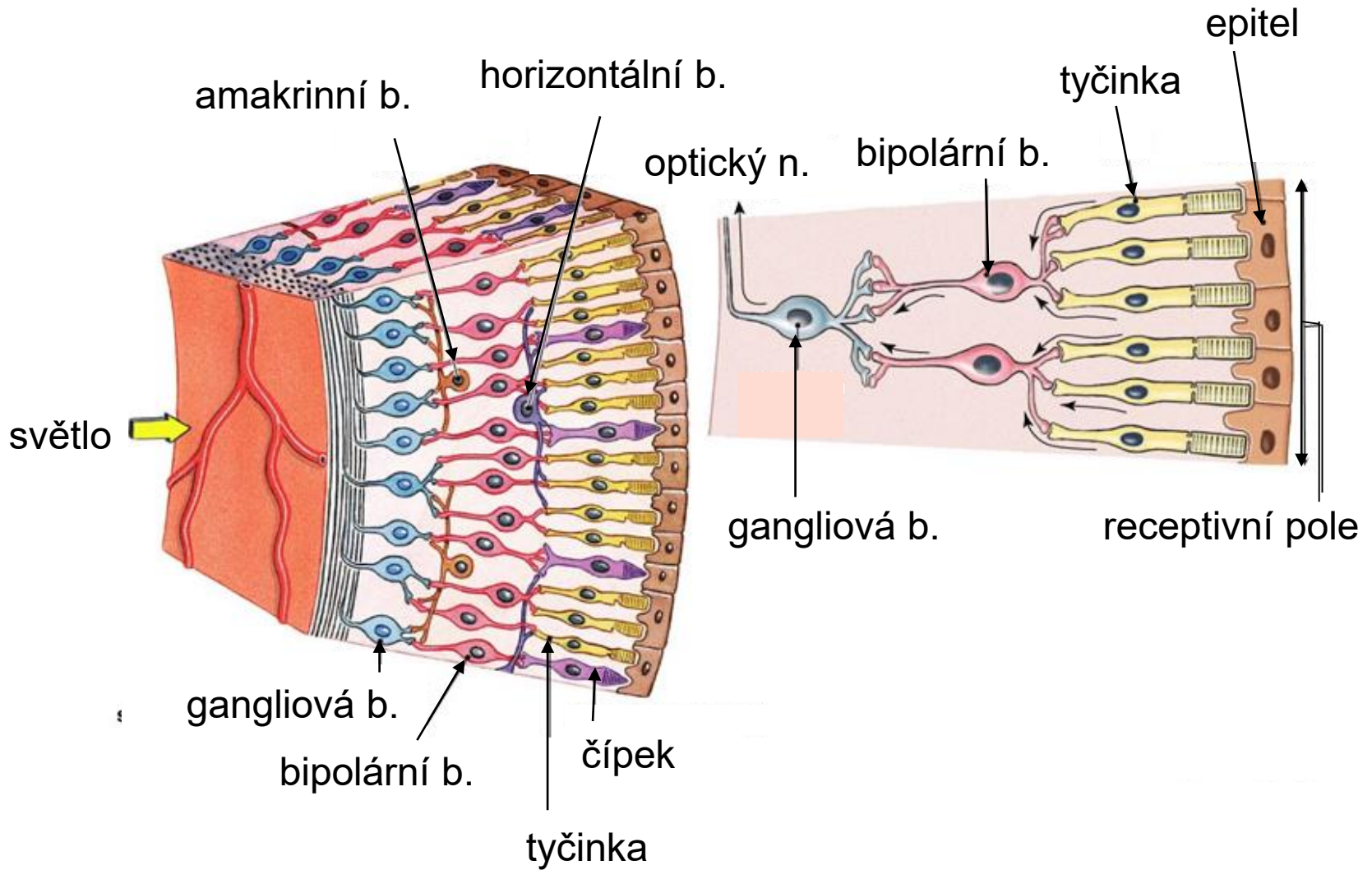


frekvence (MHz)

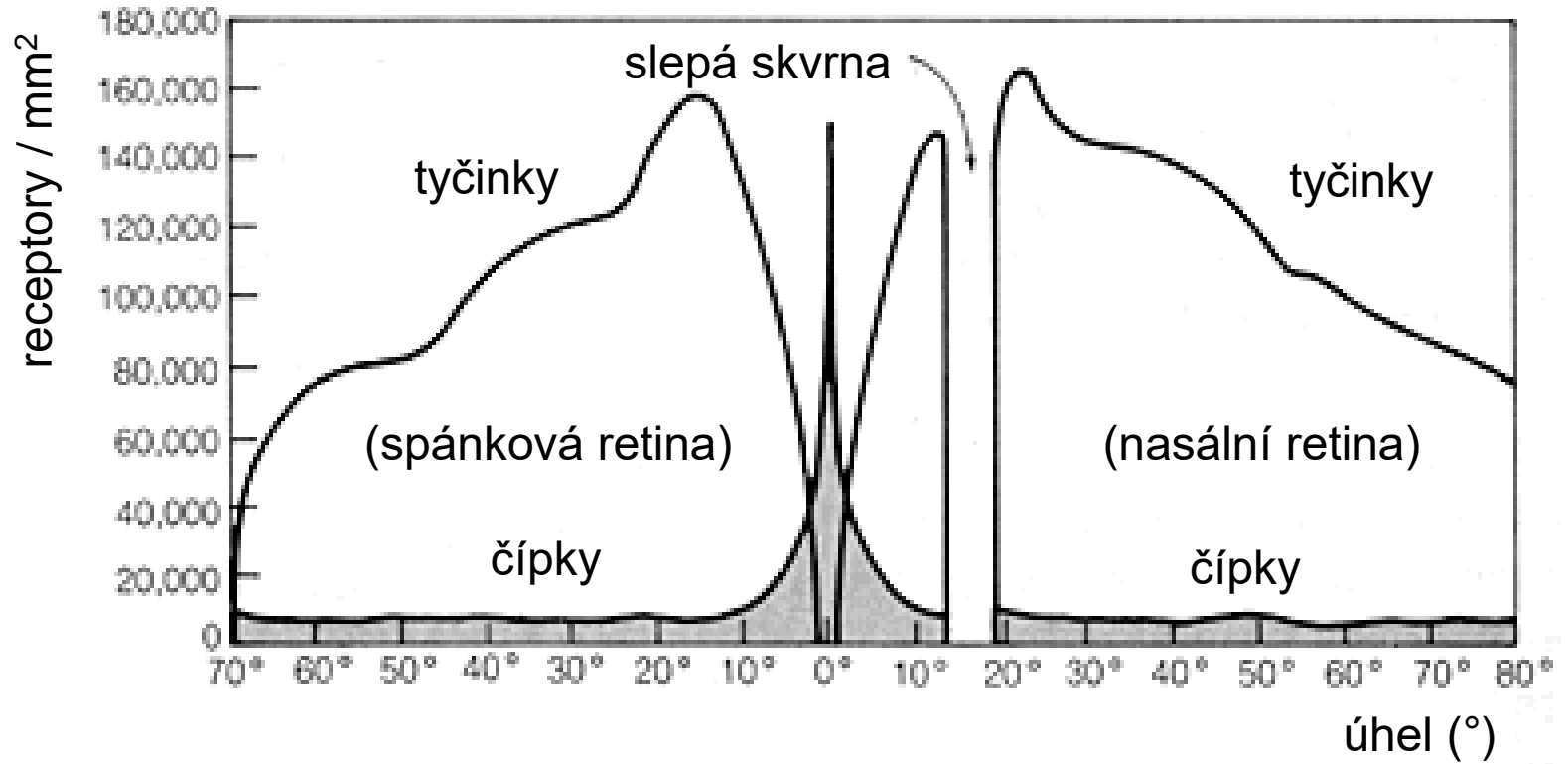
# Vidění



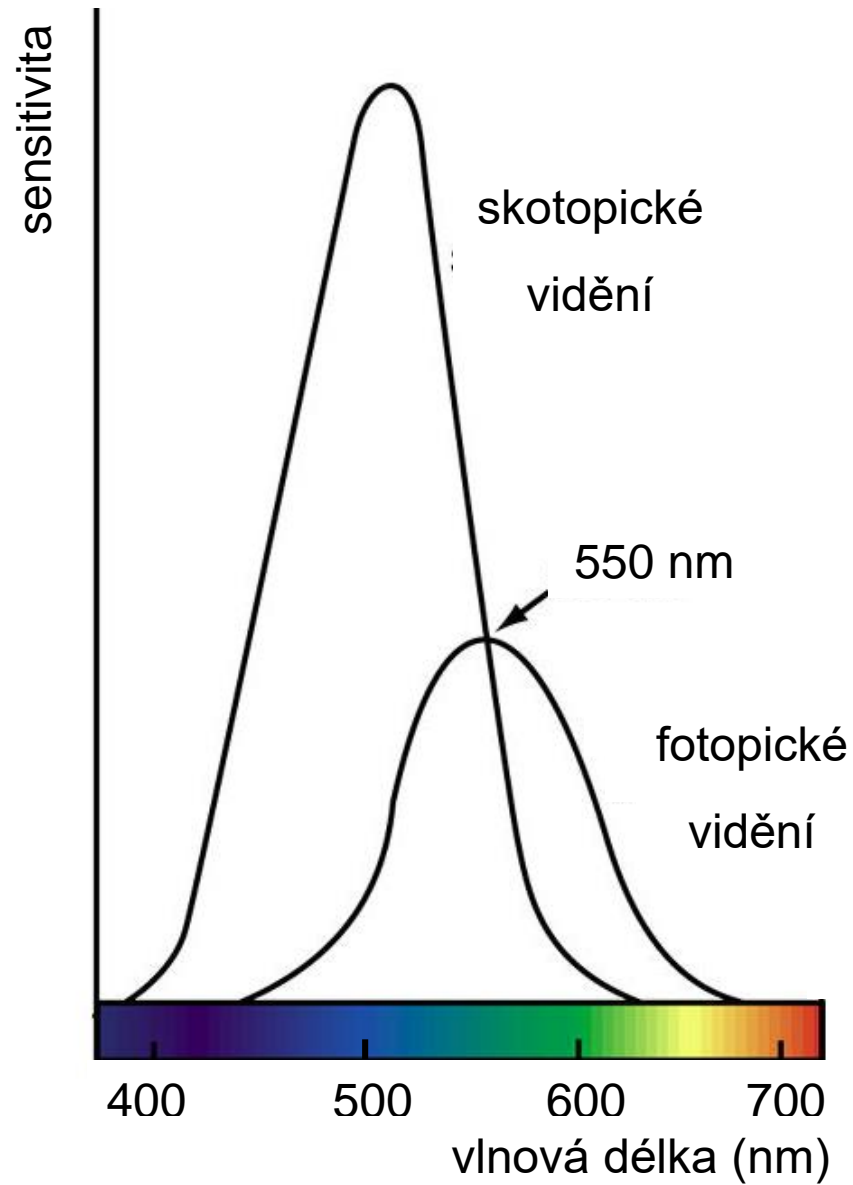
# Vidění



# Vidění



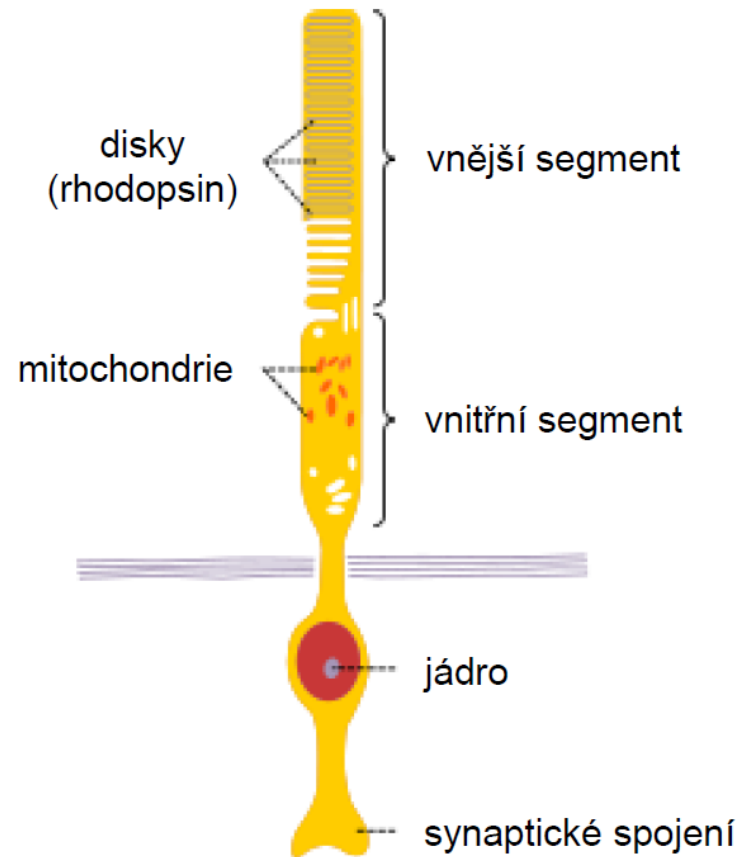
# Vidění



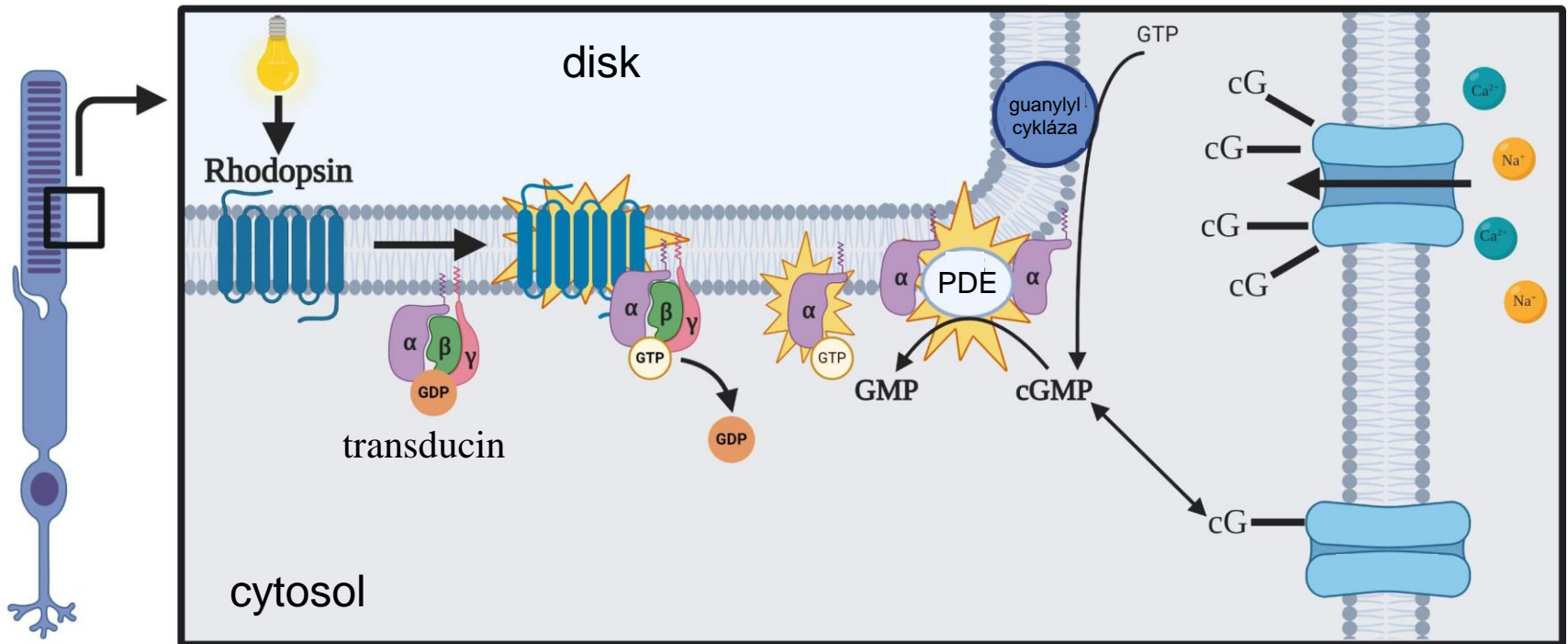
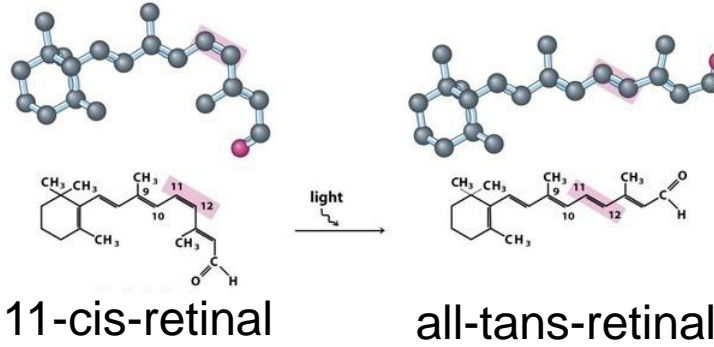
# Skotopické vidění

## Tyčinky:

- umožňují vnímání kontrastů (černobílé, mlhavé vidění při nízkém osvětlení)
- ~ 120 milionů tyčinek v lidské sítnici
- přeměněné neurony
- rhodopsin se po dopadu fotonu rozpadá na řadu jednotlivých složek – vznik receptorového potenciálu – vznik akčního potenciálu v očním nervu – přenos informace do mozku



# Skotopické vidění





# Skotopické vidění

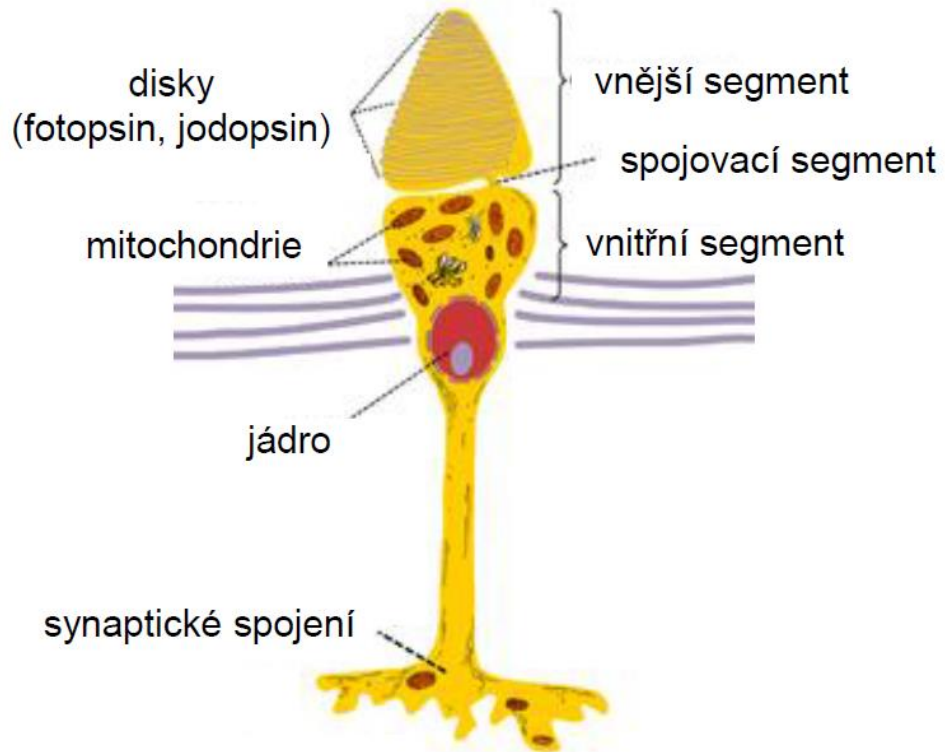
## Adaptace na tmu:

- rozšíření zornice (aby se do oka dostalo co nejvíc světla)
- vrstva buněk (nebo vláken) za sítnicí, schopných odrážet světlo (zvířata s noční aktivitou, šelmy, žralok, kráva nebo kůň)
  - světelné paprsky, které projdou sítnicí, se odrazí a procházejí sítnicí zase nazpět, takže mohou podráždit fotoreceptory dvakrát
  - odražené světlo je příčinou „svítících očí“ těchto zvířat

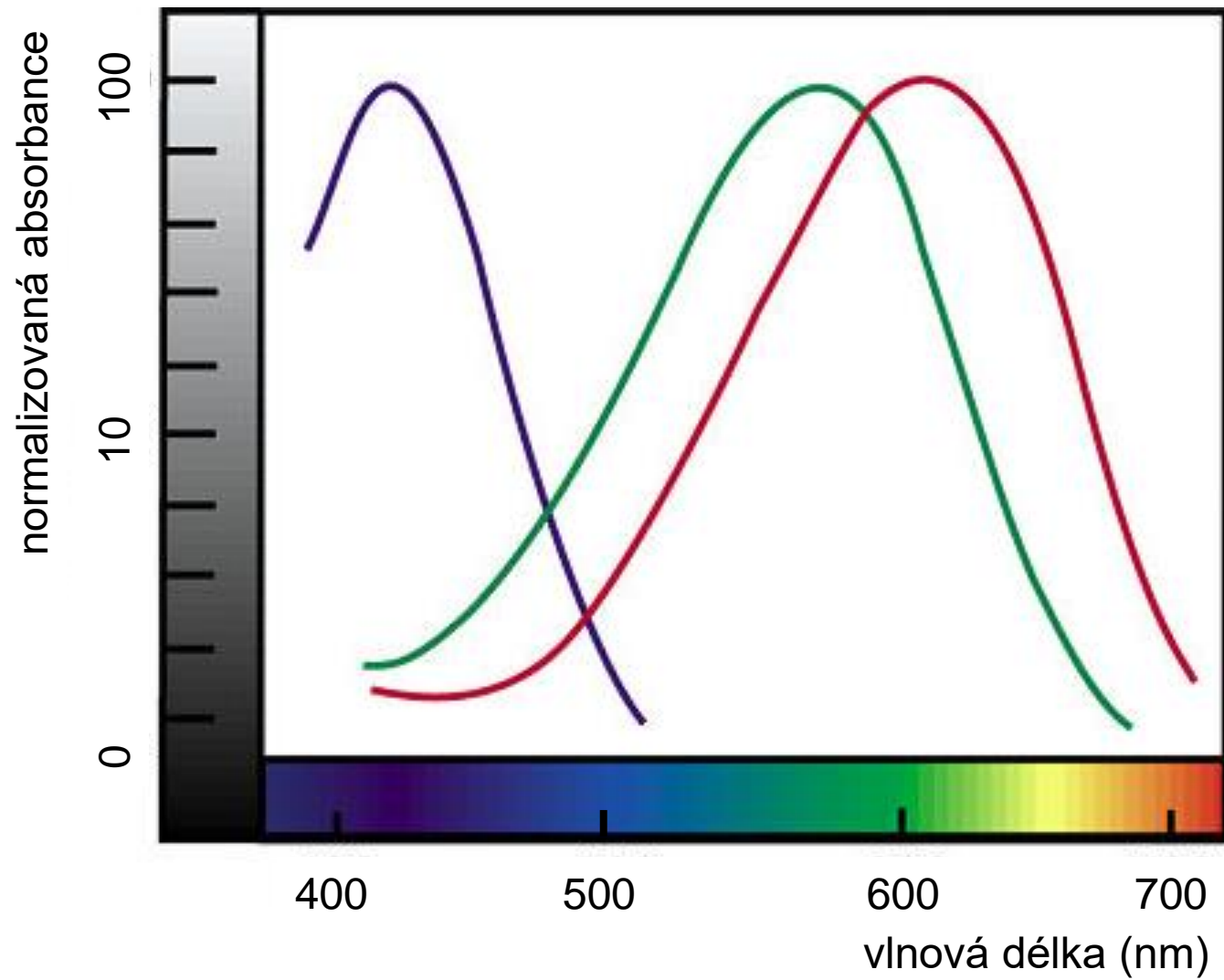
# Fotopické vidění

## Čípky:

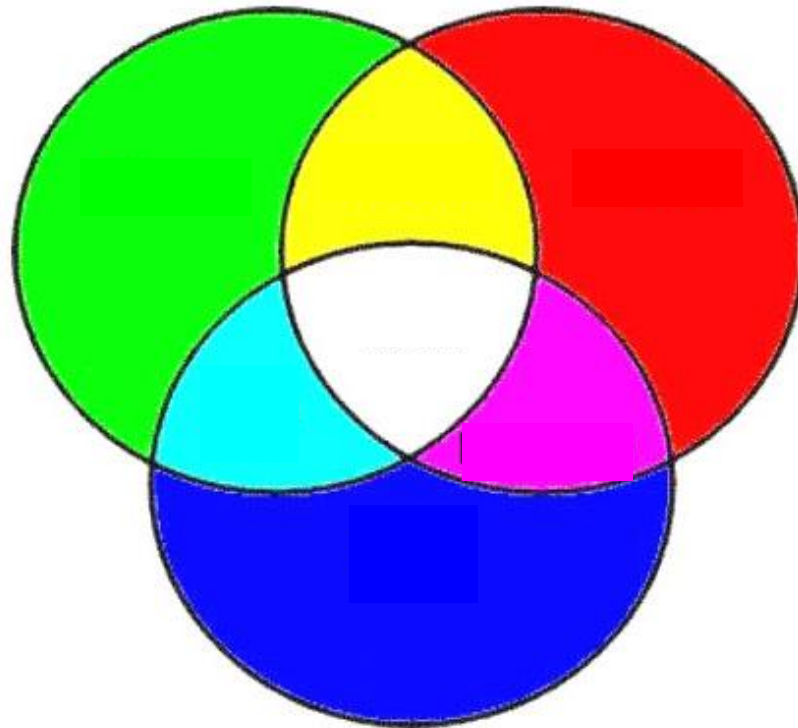
- umožňují barevné vidění
- ~ 6 milionů čípků v lidské sítnici
- přeměněné neurony
- tetrachromatické vidění (ryby, želvy, ještěři, ptáci) - fialová oblast (370 nm), modrá oblast (445 nm), zelená oblast (508 nm) a oranžová oblast (560 nm)
- dichromatické vidění (savci) - mají jen buňky specializované na oranžovou a fialovou oblast
- trichromatické vidění (lidoopi) - čípky pro modrofialovou (cca 425 nm), zelenou (cca 530 nm) a oranžovou (cca 560 nm) barvu



# Fotopické vidění



# Fotopické vidění



## Optický systém oka

Rohovka (lat. cornea) - průhledná kopulovitě zakřivená vrstva pokrývající přední část oka. Je naprosto čirá a má lesklý povrch. Průhlednost rohovky a její optické vlastnosti umožňují světlu dosáhnout sítnice a vyvolat zrakový vjem.

Komorová voda (též komorový mok, nitrooční tekutina) je hustá tělní tekutina, která vyplňuje prostor mezi čočkou a rohovkou. Funkcí komorové vody je zachovávat nitrooční tlak oka, vyživovat okolní tkáně, odvádět odpadní produkty metabolismu.

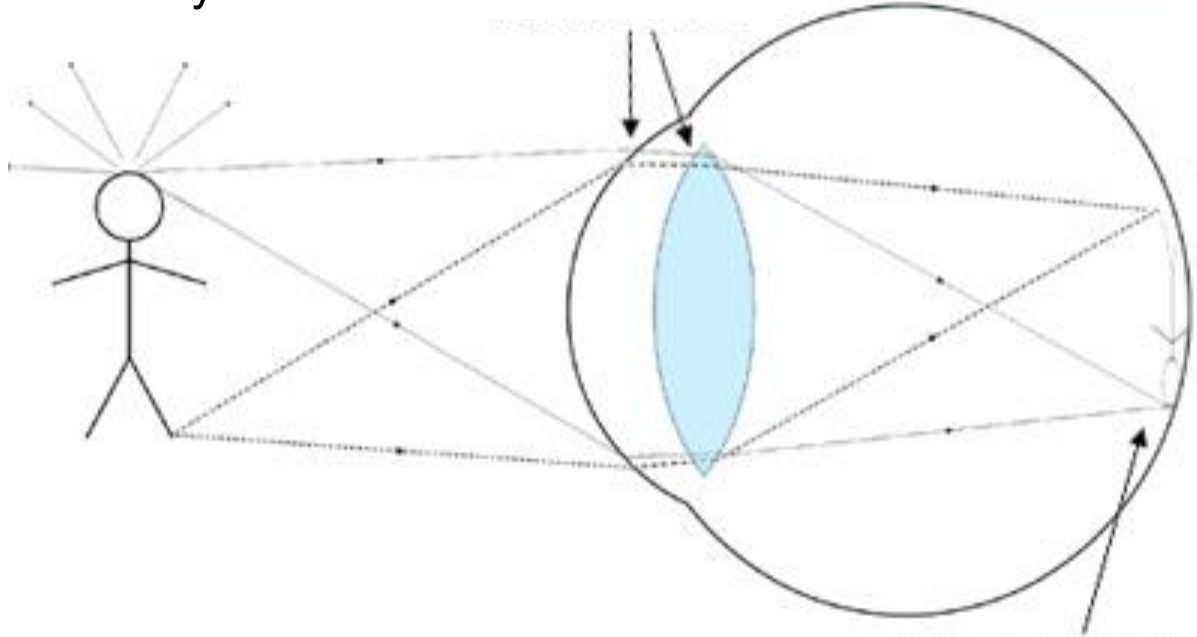
Čočka (lat. lens crystallina) je průhledná bikonvexní struktura, spolu s rohovkou láme světlo, aby mohlo být zaměřeno na sítnici. Optická mohutnost lidské čočky je asi 15 dioptrií, což je přibližně čtvrtina celkové optické mohutnosti oka. Hlavní funkcí čočky je akomodace.

Sklivec (lat. corpus vitreum) je průhledné, čiré, bezbarvé, rosolovité těleso s řídkou vláknitou strukturou, vyplňuje 2/3 vnitřního prostoru oční koule. Tvoří se pouze v embryonálním období a neregeneruje. V případě ztráty se nahrazuje jen komorovou tekutinou.

# Tvorba obrazu na sítnici

světlo z určitého bodu se šíří všemi směry

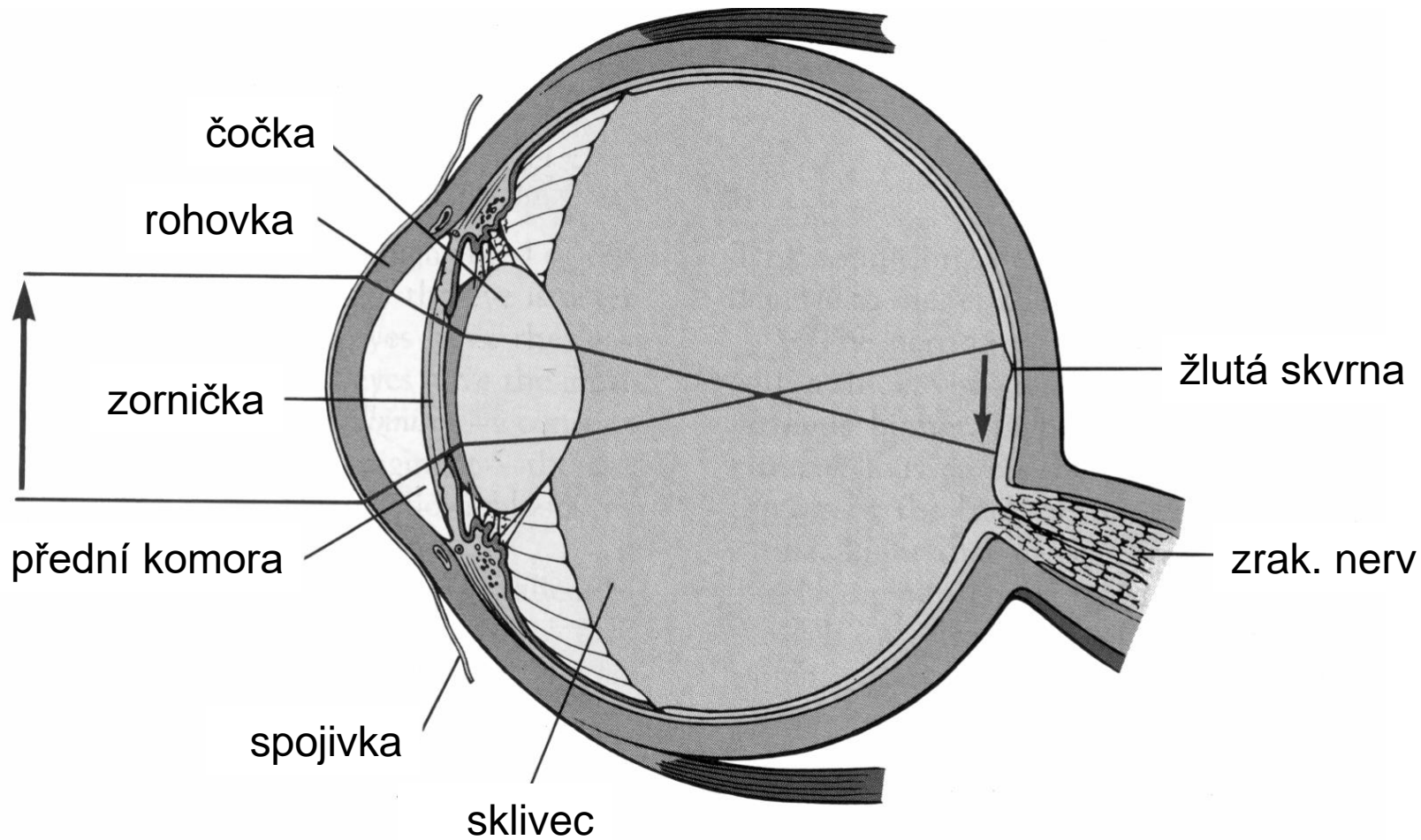
světelné paprsky se lámou na rohovce a čočce



Každý bod objektu je zobrazen jako bod na sítnici, kde se vytváří obraz původního objektu.

světelné paprsky soustředěné do jednoho bodu na sítnici

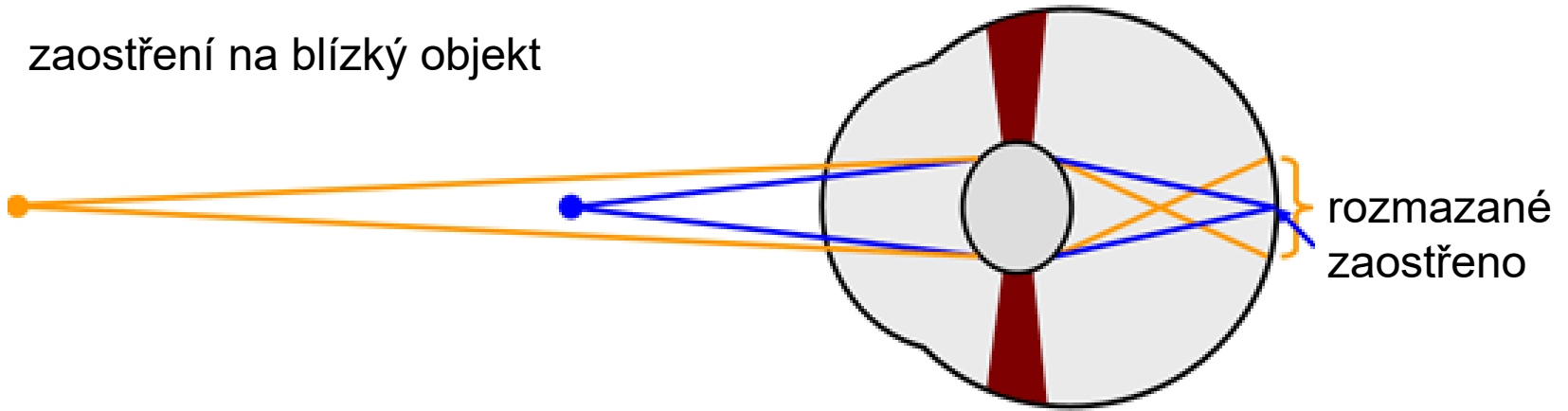
# Tvorba obrazu na sítnici



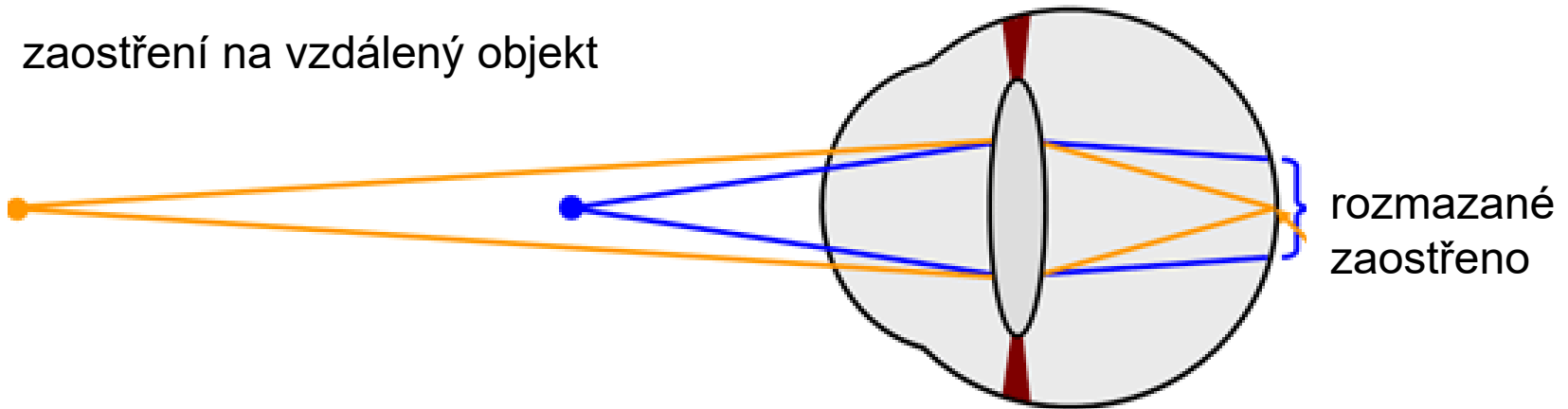
# Akomodace čočky

- úprava ohniskové vzdálenosti oka

zaostření na blízký objekt



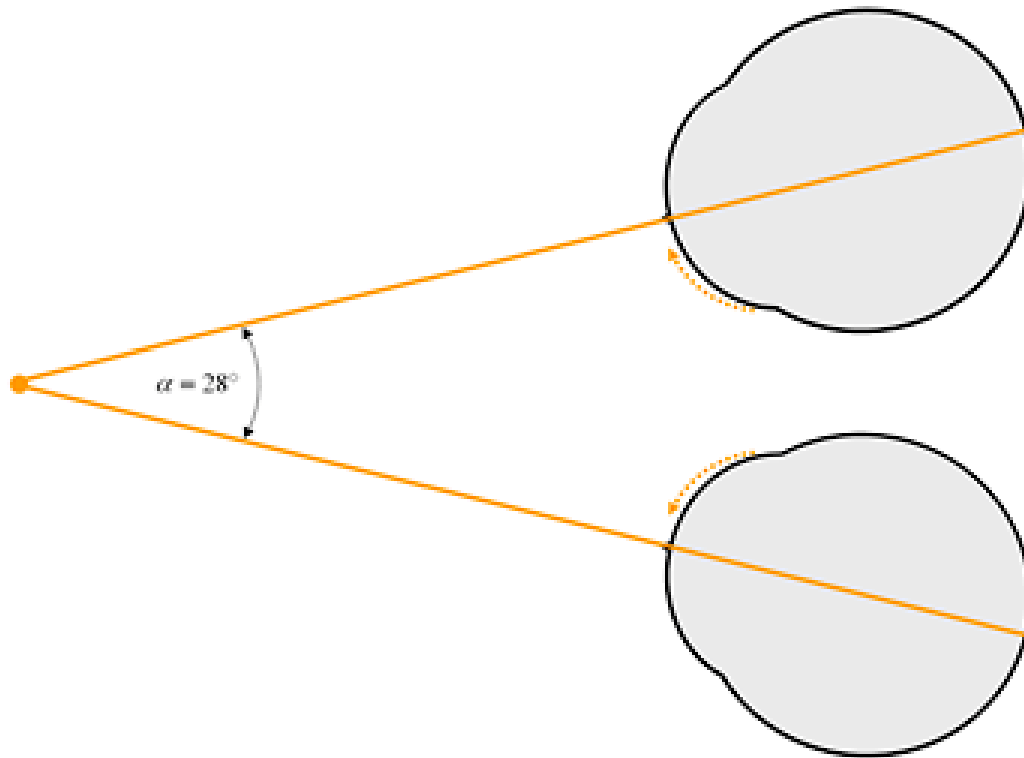
zaostření na vzdálený objekt



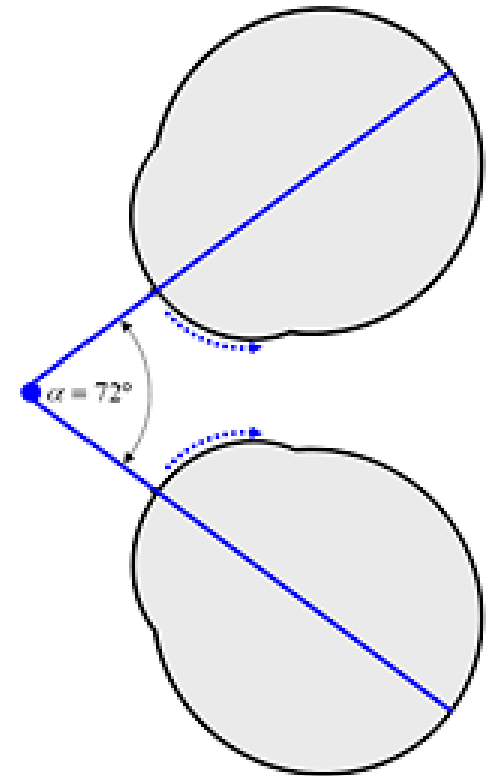


# Konvergence očních koulí

vzdálený objekt

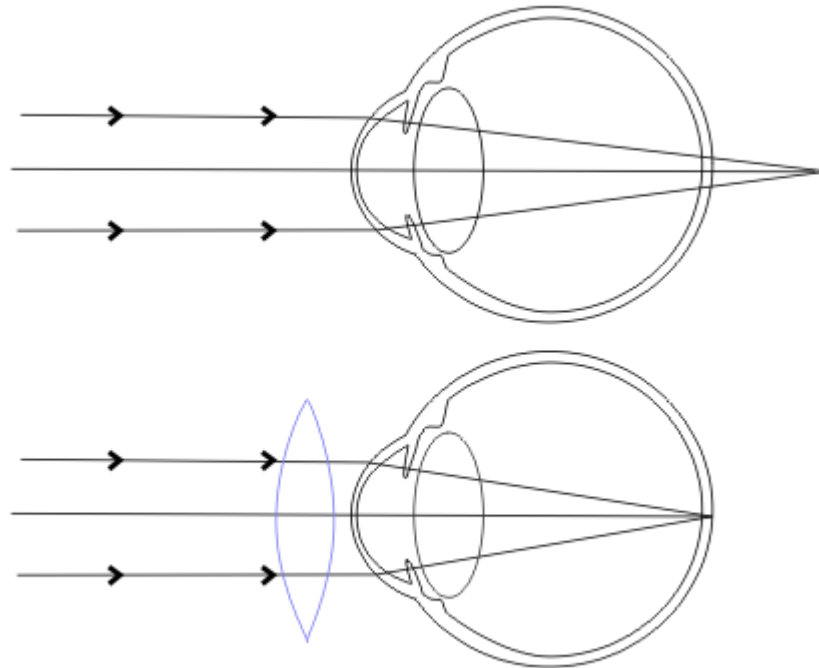


blízký objekt



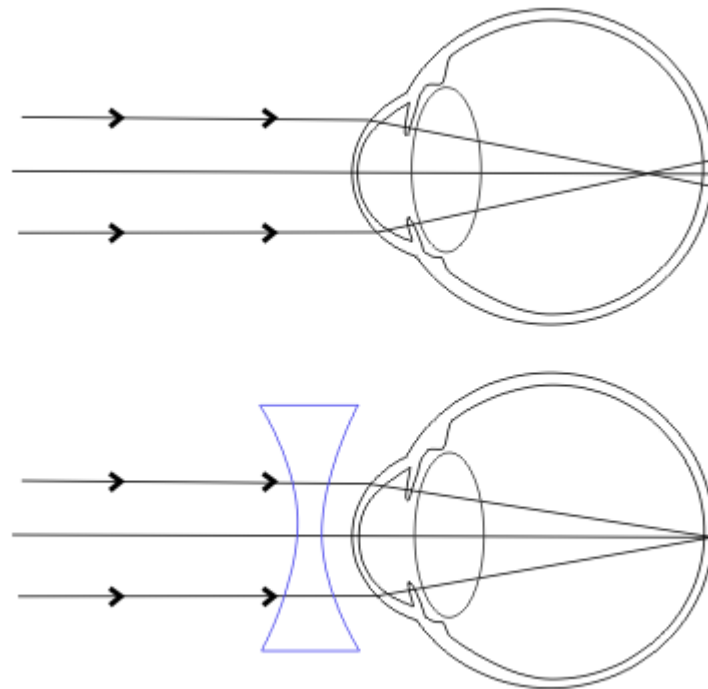
# Dalekozrakost

- obraz objektu se vytváří za sítnicí
- konvexní čočky (spojky)



# Krátkozrakost

- obraz objektu se vytváří před sítnicí
- konkávní čočky (rozptylky)



# Astigmatismus

- nerovnoměrné zakřivení čočky nebo rohovky



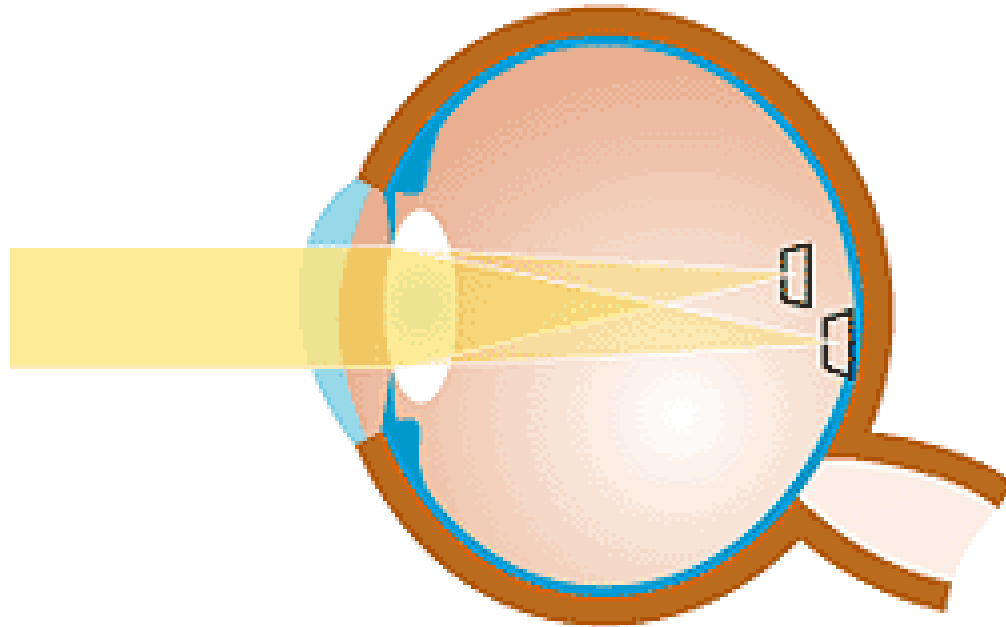
astigmatická  
rohovka



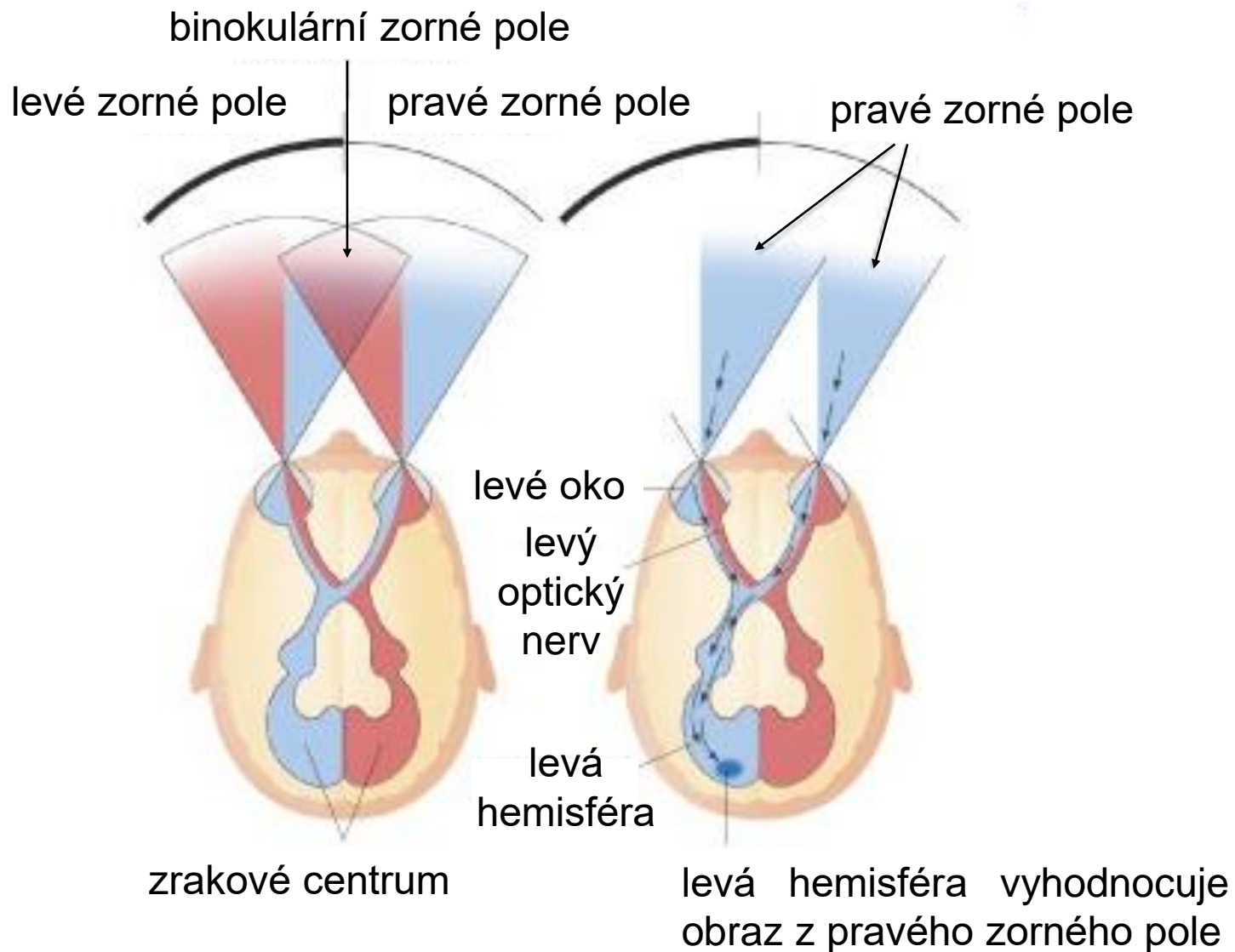
normální  
rohovka

# Astigmatismus

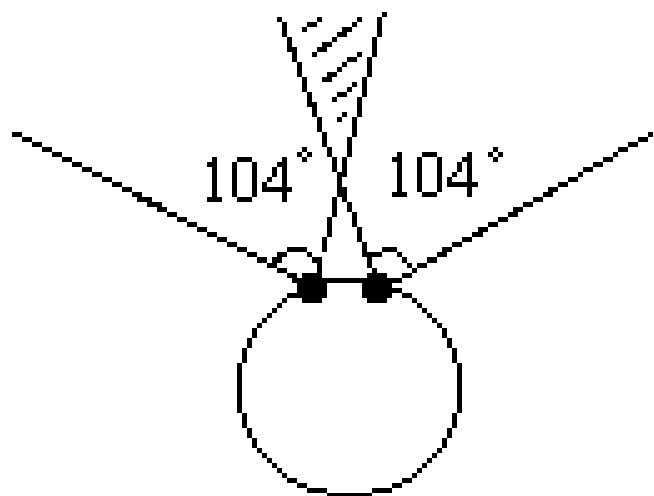
- různý lom paprsků
- rozdílná ohniska na sítnici



# Binokulární vidění

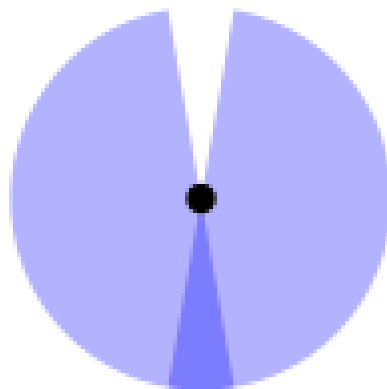


# Binokulární vidění

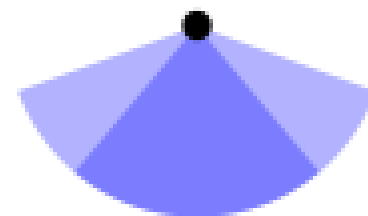


člověk

holub



sova



## Nervová dráha a zpracování informací

Zrakový nerv nese informaci od oka dále do mozku, kde dochází k optickému křížení. Díky tomuto zkřížení dochází k tomu, že levá část mozku zpracovává informace z pravé části zorného pole a naopak. Poté se informace dále nese zrakovým traktem až do zrakového kortexu.

V kortexu se zraková informace zpracovává pomocí retinotopie (odpovídající části vizuálního pole odpovídá určitá část mozku přesně tak, jak jsou po sobě i v tomto vizuálním poli - samozřejmě "vzhůru nohama", díky prvotnímu průniku světla přes čočku, která obraz obrátí).

Z této části mozku vedou dvě dráhy, které dále zpracovávají informace.

- **Mango** systém zajišťuje rychlé rozlišování a postřehování. Odpovídá na otázku "kde" - změny v bezprostředním okolí, rozlišení pohybu a směru pohybu, které souvisí s vývojem vizuálně zaměřené pozornosti a zpracováváním pohybových podnětů. Je napojen na tyčinky, proto není senzitivní na barvy. Zato však je citlivý i při nízké intenzitě světla.
- **Parvo** systém zajišťuje rozlišování objektů v prostoru. Odpovídá na otázku "co" - tvary předmětů a jejich umístění v prostoru. Je napojen na číčky, proto je citlivý na barvy. Je ale pomalejší, než mango systém.



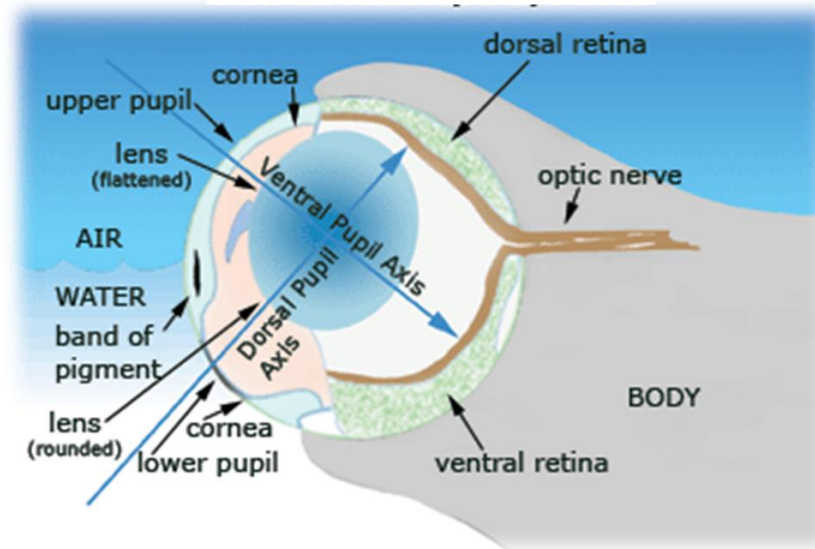
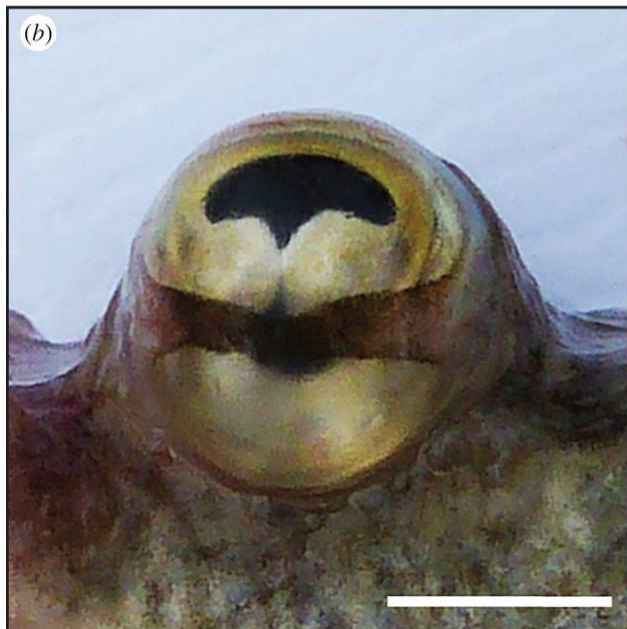
## Zajímavosti

Hladinovka čtyřoká = Halančík čtyřoký (*Anableps anableps*)



# Zajímavosti

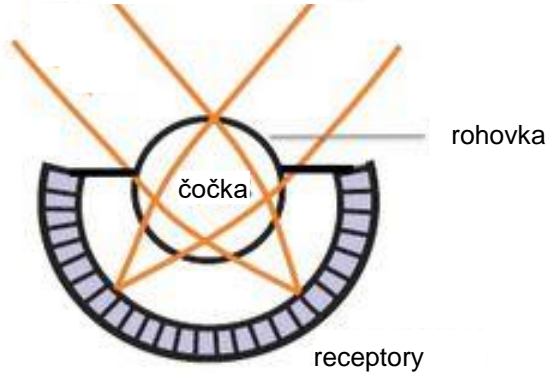
Hladinovka čtyřoká = Halančík čtyřoký (*Anableps anableps*)



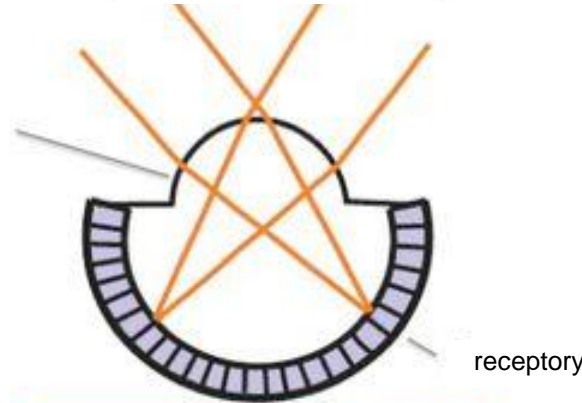
# Složené oči hmyzu

## komorové oko

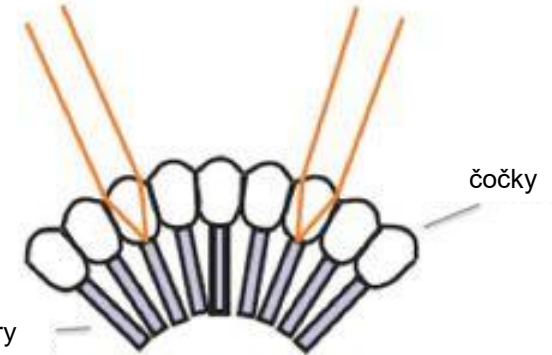
s čočkou



s rohovkou



složené oko



obratlovci  
hlavonožci  
medúzy  
plži  
kroužkovci



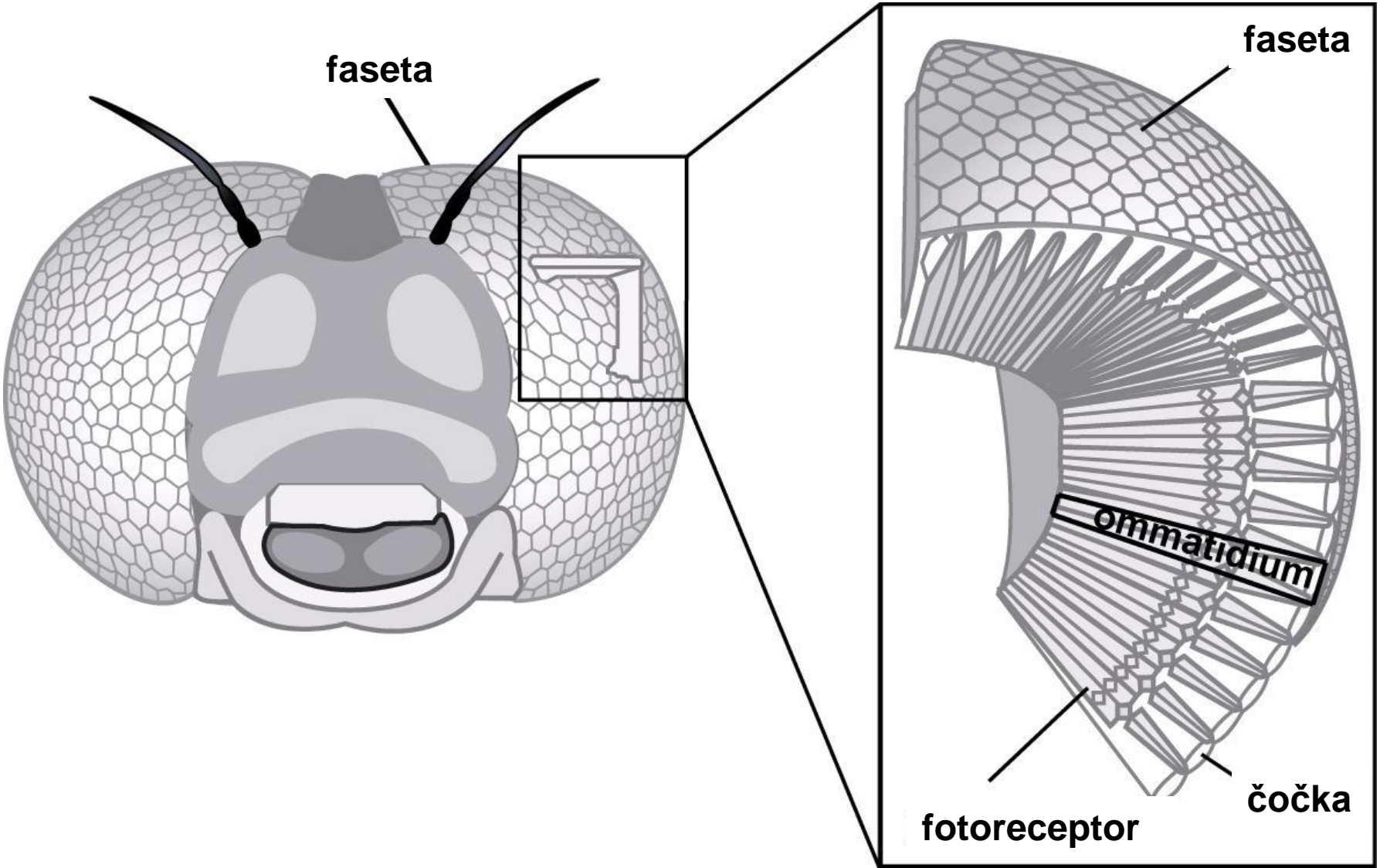
pavoukovci  
(obratlovci)  
(larvy hmyzu)



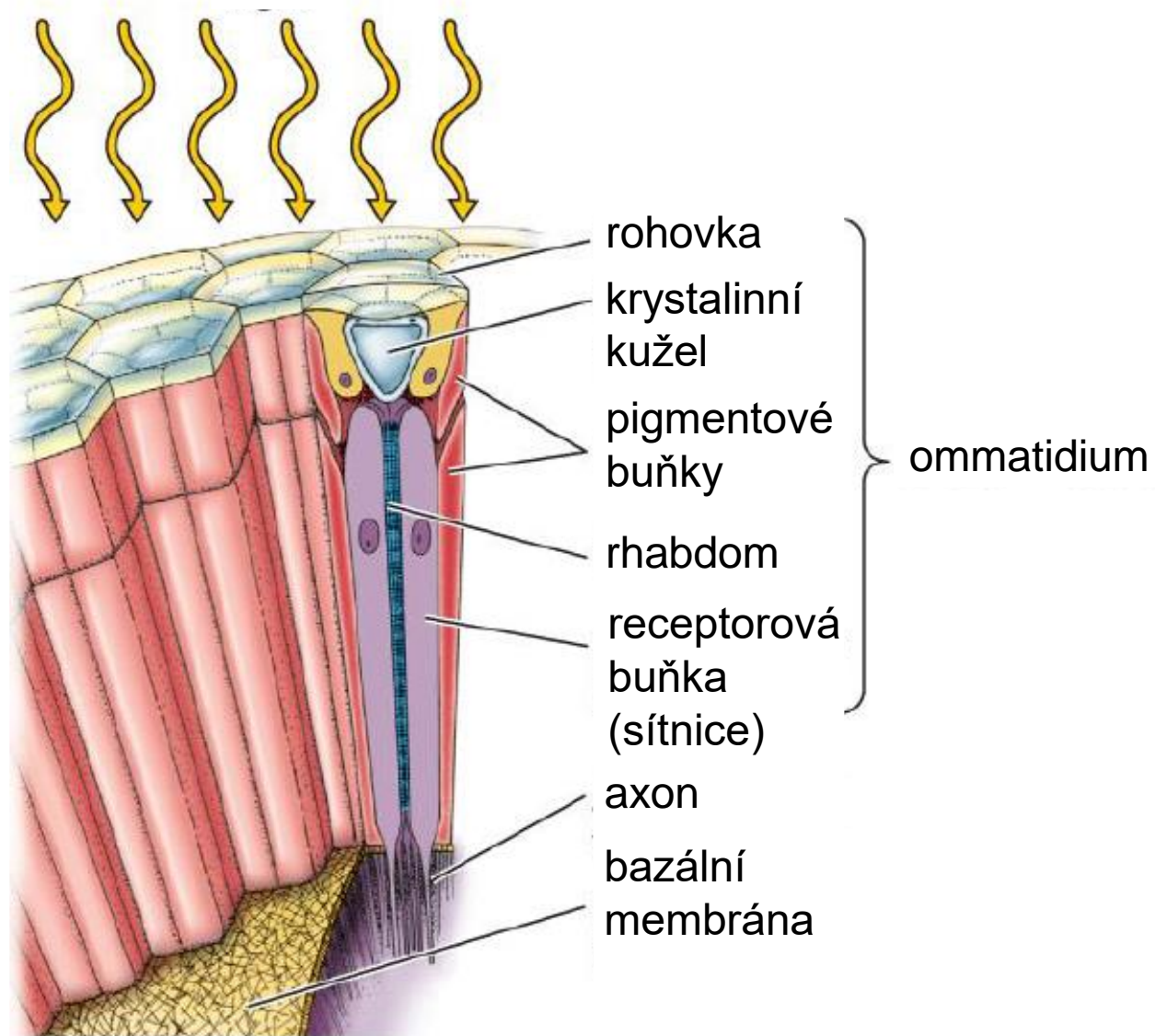
hmyz, koryši  
(měkkýši, kroužkovci)



# Složené oči hmyzu



# Složené oči hmyzu



# Složené oči hmyzu

apoziční  
(denní)

superpoziční  
(noční)

