

Světlo a záření

- James Clark Maxwell- v minulém století dokázal, že světlo je elektromagnetické vlnění
- Heinrich Hertz- našel i jiné druhy elektromagnetického vlnění, které jsou pro člověka neviditelné

Kmitáním elektromagnetických nábojů vzniká elektromagnetické pole a šíří se prostorem v podobě vlny- rychlostí cca **300 000 km/s** ve **vakuu**

- Nízký kmitočet elektromagnetické vlny- vlna se může šířit i za překážky a nevytváří stín
- Vysoký kmitočet- vlna se šíří přímočaře, jako paprsek- vlna se za překážku nedostane

Viditelné světlo

Lidské oko- dokáže vnímat elektromagnetické vlny jen určitých kmitočtů, a to řádově 10^{15} Hz- tyto vlny představují právě světelné záření- viditelné světlo

Barvy podle kmitočtu od nejnižší po nejvyšší: červená- oranžová- žlutá- zelená- modrá- fialová

Bílé světlo- všechny barvy barevného spektra (rozklad např. optickým hranolem)

Nižší kmitočty

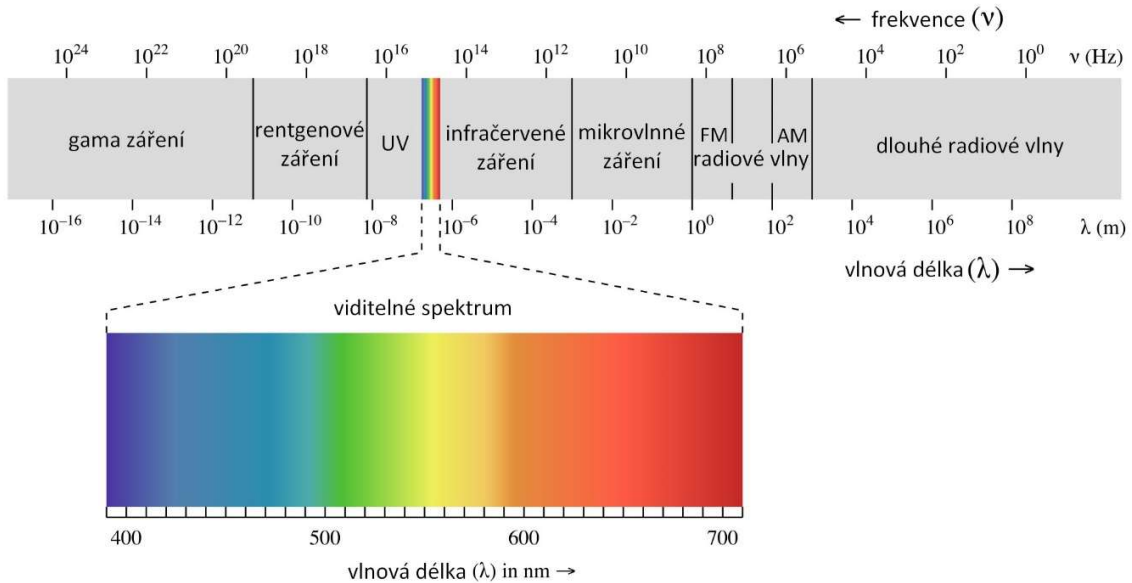
- Infračervené záření (300GHz- 400THz)- nižší kmitočet, než viditelné světlo- přestáváme zrakem vnímat a pozorujeme pouze jeho tepelné účinky- vydávají ho všechna zahřátá tělesa
- Mikrovlny (300MHz-300GHz)- ještě nižší kmitočet- snadno se odrážejí- využívají se v radiolokaci letadel a lodí
- televizní a radiové vlny (30-300MHz)- ty se dále dělí na vysokofrekvenční, krátké, střední a dlouhé
 - Rádio- jednotky MHz
 - Televize- stovky MHz

(Obecně) čím vyšší je kmitočet, tím více informací dokáže elektromagnetická vlna předat

Vyšší kmitočty

- Ultrafialové záření (10^{15} - 10^{17} Hz)- vyšší kmitočet, než viditelné světlo- toto záření způsobuje opálení, ale také již začíná být ionizační (má dostatečnou energii k odtržení elektronu) může tedy způsobit rakovinu kůže- největší intenzitu má na horách a u moře
- Rentgenové záření (10^{17} - 10^{20} Hz)- ještě vyšší kmitočet než ultrafialové záření- silně ionizační a má silnější rakovino tvorné účinky

- Gama záření (vyšší než 10^{19} Hz)- vzniká při radioaktivní přeměně atomových jader + přichází k nám z kosmu- nejpronikavější- stínění vyžaduje objemná olověná stínění



Vlnová délka

Další charakteristikou vlastností světla je vlnová délka

Okem vidíme 390nm-770nm (viz obrázek výše)

Odraz světla

Světlo se šíří přímočaře

Zákon odrazu- úhel odrazu= úhlu dopadu- dopadající i odražený paprsek leží ve stejné rovině s kolmicí dopadu

Index lomu

index lomu optického prostředí (n) je dán poměrem rychlosti světla ve vakuu (c) a rychlosti světla (v) v daném prostředí

Určuje úhel, pod kterým světlo proniká do jiného prostředí

$$\text{index lomu: } n = \frac{c}{v}$$

index lomu vzduchu: $n=1,00$

index lomu vody: $n=1,33$

Zdroje záření

Slunce:

- povrchová teplota 6000°C- teplota jádra 13 000 000°C
- Před UV ze slunce nás chrání atmosféra
- Před proudy nabitých částic ze slunce nás chrání magnetické pole země

S rostoucí teplotou se maximální intenzita záření přesouvá k vyšším kmitočtům

Při teplotě kolem 525°C začíná zahřívání těleso slabě červeně svítit- při dalším zahřívání svítí žlutě atd.

Luminiscence- luminiscentnímu tělesu je potřeba dodat dostatečnou energii například UV světlem nebo proudem nabitých částic, a tím vybudit atomy tělesa do energicky bohatšího stavu- tato energie se postupně vyzařuje v podobě studeného světla

Laser- vyzařuje všechnu luminiscenční energii naráz v podobě úzkého světelného paprsku

Zdroj rentgenového záření- první byla tzv. rentgenka- uzavřená vakuová trubice v níž jsou dvě elektrody katoda a anoda k nimž je přiloženo vysoké napětí- elektrony vylétují z katody, jsou urychlovány elektrickým polem a dopadají na anodu- zde se zbrzdí a vyzáří svou energii v podobě rentgenového záření

Urychlovače částic- rentgenové a gama záření- pohybují se v nich nabitě částice (protony a elektrony) po uzavřených trajektoriích v magnetickém poli a vysokofrekvenčním elektrickým polem je jim dodávána energie- tyto částice dosahují téměř rychlost světla, následně naráží na terčík z pevné látky nebo se srážejí s protiletícími částicemi- při tomto vznikají nové částice (+záření)

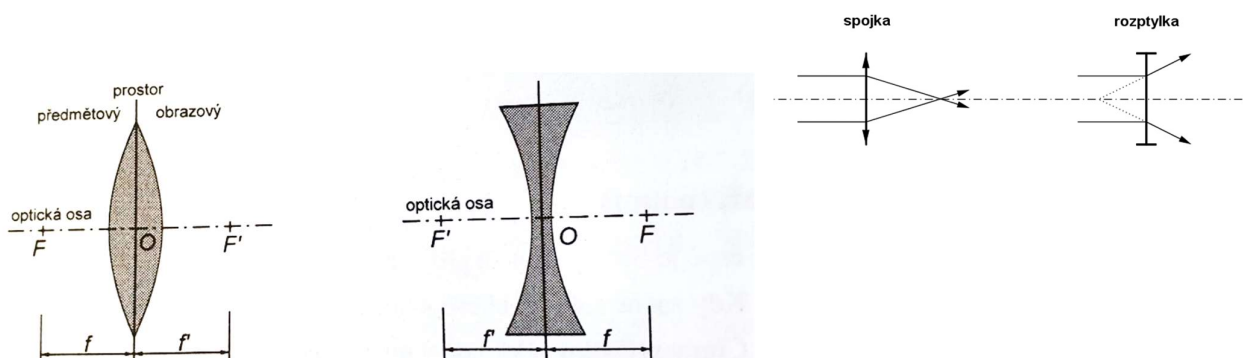
Čočky

Čočky- průsvitná tělesa, většinou z čirého skla

Obě stěny čočky jsou buď částmi kulových ploch, nebo je jedna kulová a druhá rovinná

Spojky- tato čočka mění rovnoběžný světelný svazek na sbíhavý, paprsky se za spojkou protínají v tzv. ohnisku

Rozptylky- mění rovnoběžný světelný svazek na rozbíhavý, který zdánlivě vychází z ohniska před čočkou – vytvářejí zdánlivý a zmenšený obraz



Obr. 2.10 – Základní pojmy u čoček

- Ohnisko (F)- průsečík lomených paprsků nacházející se na optické ose
- Optický střed (O)- průsečík optické osy s rovinou čočky
- Optická osa- přímka, která prochází ohniskem F a optickým středem O
- Ohnisková vzdálenost (f)- vzdálenost ohniska F od optického středu O

Jestliže obraz předmětu zachytíme v na stínítku za čočkou vzniká obraz *skutečný*, pokud obraz na stínítku nemůžeme zachytit vzniká obraz *zdánlivý*

Čočka	Předmětová vzdálenost	Vlastnosti obrazu
Spojka	$a > 2f$	skutečný, převrácený, zmenšený
	$a = 2f$	skutečný, převrácený, shodný
	$2f > a > f$	skutečný, převrácený, zvětšený
	$a < f$	zdánlivý, přímý, zvětšený
rozptylka	lib.a	zdánlivý, přímý, zmenšený

Optická mohutnost

Optická mohutnost čočky se označuje j – je definována jako převrácená hodnota ohniskové vzdálenosti f dané čočky, tzn. $j = 1/f$

Jednotkou optické mohutnosti je dioptrie, značka D.

Zorný úhel

Zorný úhel svírají paprsky vycházející z okrajových bodů předmětu a procházející středem oční čočky

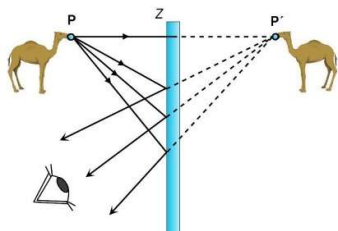
Zorný úhel téhož předmětu se zmenšuje se vzdáleností (např. od oka)

Na předmětu ještě rozeznáme dva blízké „body“, jestliže je vidíme v zorném úhlu $1'$ (jedna úhlová minuta)- např.

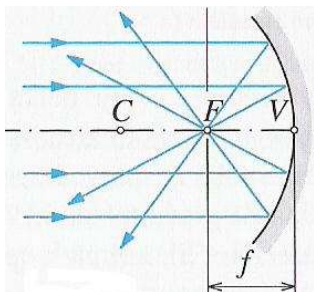
- zorný úhel, pod nímž vidíme 1m vysokou tyč vzdálenou 3,4 km
- při stejném zorném úhlu bychom viděli úsečku dlouhou 1cm ze vzdálenosti 34m

Zrcadla

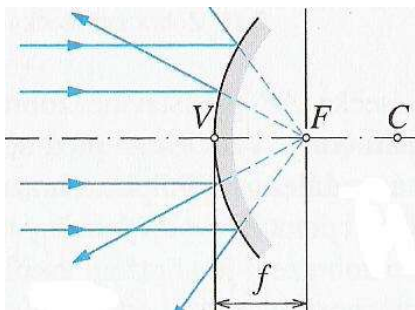
Rovinné zrcadlo - obraz je vždy zdánlivý, vzpřímený, stejně veliký jako předmět a souměrný s předmětem podle roviny zrcadla- obraz vzniká ve stejné vzdálenosti, v jaké je předmět před zrcadlem



Duté zrcadlo¹ - paprsky rovnoběžné s optickou osou se odrazí po dopadu na zrcadlo do ohniska F



Vypuklé zrcadlo - paprsky rovnoběžné s optickou osou se odrážejí, jako by vycházely z ohniska za zrcadlem²



Zrcadlo	Předmětová vzdálenost	Vlastnosti obrazu
duté	$a < f$	Zvětšený, přímý, virtuální
	$a = f$	Obraz neexistuje
	$f < a < 2f$	Zvětšený, převrácený, reálný
	$a = 2f$	Shodný, převrácený, reálný

¹ Dutá zrcadla se používají v lékařství nebo v reflektorech automobilů.

² Vypuklé zrcadlo se používá například jako zpětné zrcátko automobilu nebo na nepřehledných křižovatkách.

	$a > 2f$	Zmenšený, převrácený, reálný
vypuklé	lib. a	Zmenšený, přímý, virtuální

Optické přístroje

Mikroskop je optická soustava složená z objektivu (u pozorovaného předmětu) a okuláru (u oka). Objektiv i okulár jsou tvořeny spojnými optickými soustavami, v nejjednodušším případě jsou to jednoduché spojky.

Lupa

Jednoduchá spojná čočka

Malá ohnisková vzdálenost- menší, než je konvenční zraková vzdálenost (25cm)- slouží k zvětšení zorného úhlu pozorovaného předmětu

Zvětšený, vzpřímený a neskutečný obraz předmětu

Úhlové zvětšení („zvětšení x-krát)- kolikrát je zorný úhel předmětu při pozorování lupou větší než zorný úhel téhož předmětu pozorovaný prostým okem z konvenční zrakové vzdálenosti

Běžně lupy zvětšují až 10x.

Oko

skládá z čočky – spojky s proměnnou ohniskovou vzdáleností a sítnice, která představuje stínítko.

Na sítnici se zobrazuje ostrý, zmenšený a obrácený obraz. Zrakovým nervem je pak tento obraz převeden do mozku, který si jej převrátí.

Na sítnici jsou dva typy buněk - **tyčinky a čípky**. Čípky slouží k barevnému vidění, tyčinky umožňují vidění za šera a tmy.³

V místě, kde se spojují vlákna zrakového nervu je tzv. **slepá skvrna**. Je to místo, kde nejsou žádné světločivné buňky, a kde tedy nevzniká žádný obraz.

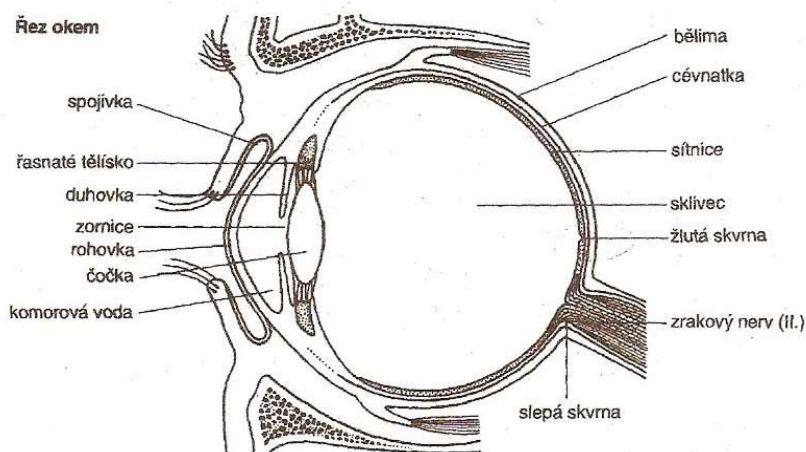
Asi 4 mm od ní je tzv. **žlutá skvrna**, která je naopak místem nejostřejšího vidění.

³ Tyčinek je na sítnici cca 130 milionů, čípků cca 7 milionů.

Od zobrazení předmětu na sítnici a jeho identifikaci v mozku uplyne přibližně 20 ms – setrvačnost oka.

Konvenční zraková vzdálenost – 25 cm.

Oči dospělého člověka jsou od sebe vzdáleny přibližně 7 cm, takže má každá zornice trochu rozdílný úhel pohledu a vidí proto poněkud jiný obraz. V mozku se oba obrazy spojí v jeden a z malých odchylek mozek "vypočítá" trojrozměrný dojem.



Krátkozrakost- v brýlích rozptylky

Dalekozrakost- v brýlích spojky

Dalekohled

zvětšuje zorný úhel při pozorování vzdálených předmětů

obrovská tělesa jako měsíc jsou od nás velmi daleko (380 000km), abychom je mohli pozorovat musíme zvětšit zorný úhel

spojka o větší ohniskové vzdálenosti, která je blíže předmětu se nazývá objektiv (zde místo čočky lze použít zrcadlo)

spojka do níž se díváme okem se nazývá okulár

zvětšení u Keplerova dalekohledu je dáno poměrem ohniskové vzdálenosti objektivu f_1 a

okuláru f_2

$$Z = \frac{f_1}{f_2}$$

Galileiho neboli holandský dalekohled- objektiv je spojka a okulár je rozptylka

Keplerův dalekohled se používá především pro pozorování hvězd

Keplerův dalekohled má obraz vždy převrácený, to se při pozemském pozorování řeší dvěma způsoby:

- a) Mezi objektiv a okulár se vloží další spojka tak, aby obraz pouze převrátila, ale nezměnila úhel pozorování- toto řešení má ale nevýhodu, že výsledný dalekohled je příliš dlouhý
- b) Mezi objektiv a okulár se vloží dva pravouhlé optické hranoly- jeden převrací obraz stranově a druhý výškově- tímto se navíc zkrátí délka dalekohledu- takovýto dalekohled se nazývá *triedr*

1606 první použití dalekohledu Galileem Galilei

1611 Jan Kepler zkonstruoval Keplerův dalekohled