

Optika

- Věda o světle
- Rychlost světla – 299 792 458 m/s (přibližně $3 \cdot 10^8$) (světlo se šíří rychlostí světla – ve vakuu, jinde pomalejší kvůli permitivitě a permeabilitě, třeba ve skle je to 2x pomalejší, ve vodě se rychlost zmenší asi o třetinu)
- Světlo je elektromagnetické vlnění
- Vlastnosti světla
- Lidské oko vidí konkrétní rozmezí frekvencí
 - Červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá, fialová
 - λ od 390 nm do 750 nm
 - $\lambda = c \cdot T$
 - $\lambda = c/f$
 - $f = c/\lambda$
 - Rozsah f je od $7,7 \cdot 10^{14}$ Hz do $3,9 \cdot 10^{14}$ Hz
- Optická prostředí
 - Průhledná
 - Vidíme ostře zdroj
 - Sklo
 - Průsvitná
 - Něco prosvítá, ale nevidím ostře zdroj
 - Světlo se rozptýlí
 - Vrstvy igelitu
 - Neprůhledná
 - Světlo je pohlceno nebo se odrazí
 - ---
 - Barevné
 - Propouští pouze jednu barvu, zbytek pohltí
 - Čirá
 - Pustí všechny barvy
 - ---
 - Izotropní – světlo se šíří všemi směry stejně rychle
 - Anizotropní – světlo se šíří různými směry různě
- Zdroj
 - Bodové
 - Plošné – paprsky a vlnoplochy rovnoběžné
 - Huygensův princip – odraz/
- Paprsky – úsečky kolmé na tečnu k vlnoploše
- Princip nezávislosti chodu paprsků
 - Paprsky se vzájemně neovlivňují
- Šíření světla

Zákon odrazu

- ----- ... zrcadlo Z
//////////
- Paprsek dopadu... pd
- Kolmice dopadu... k
- Úhel dopadu α – mezi k a pd
- Paprsek odrazu... po
- Úhel odrazu α' ... mezi k a po
- Úhel dopadu se rovná úhlu odrazu... $\alpha = \alpha'$
- Paprsek zůstává v rovině dopadu
- Příklad
 - Paprsek dopadá kolmo na svislou stěnu. Do dráhy mu vložíme zrcátko, které posune světelnou stopu o 5,2 cm nahoru. Jaký je úhel dopadu paprsku na zrcátko, vzdálené 60 cm od stěny?

Zákon lomu

- K lomu dochází mezi dvěma různými prostředími, která nejsou neprůhledná
- Opticky hustší prostředí
- α ... úhel dopadu
- β ... úhel lomu
- $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = n$
- „Pomě sinů úhlu dopadu ku sinů úhlu lomu je roven...” – prostě popisuje rovnici
- Láme se ve stejné rovině
- $v_2 < v_1$
- Lom od kolmice a ke kolmici
- Planparalelní vrstva – třeba okno – paprsek se posune a jeho směr je rovnoběžný s původním paprskem
- Příklad
 - Do dna jezera je svisle zaražen sloup tak, že je celý pod hladinou ($h = 1$ m). Určete délku jeho stínu na dně, je-li Slunce 30° nad obzorem

Úplný odraz (totální reflexe)

- Paprsek se šíří po hraně prostředí
- $\alpha = \beta = 90^\circ$
- Využití mezního úhlu – optický kabel z umělého skla (42°)
- Příklad
 - Světlo dopadá na rozhraní skla a vzduchu pod úhlem 45° . Nastane úplný odraz světla? n skla je 1,5 a vzduchu 1,0.
 - $\sin \alpha / \sin \beta = 1,5$
 - $0,707106781 / \sin \beta = 1,5$
 - $0,707106781 = 1,5 \sin \beta$
 - špatně

$$\circ \sin \alpha = \frac{1}{n_1}$$

Disperze světla

- = rozklad světla na jednotlivé barvy
- Můžu rozložit jenom bílé monofrekvenční světlo
- Aby se světlo mohlo rozložit na monochromatické (=jednobarevné) složky, musí se lámat a nejvíce se láme fialová složka (má nejmenší úhel, takže urazí menší vzdálenost, je blíže ke kolmici, takže rychlost světla se zmenšuje s rostoucí frekvencí) – k fialové barvě se rychlost zmenšuje a index lomu n se zvyšuje – $n = \frac{c}{v}$
- $f = \frac{v}{\lambda}$
- Nejdál od fialové (a také od kolmice) je červená složka, která je nejrychlejší a taky urazí největší vzdálenost
- Optický hranol
 - Lámaný úhel ϕ (fí)
 - Dochází k více lomům, takže lze lépe pozorovat
- $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$
- Využívá se při spektrální analýze (obor)
 - Třeba analýza potravin
- Spektroskop
 - Rozkládá světlo
- Míšení světla

Paprsková optika

- Kromě paprskové existuje vlnová optika, protože světlo je buď foton nebo vlna

Optická soustava

- Soustava složená z optických prvků, které mění směr chodu světelných paprsků
 - Zrcadlo, mikroskop, dalekohled, čočka
- Obraz skutečný
- Obraz zdánlivý

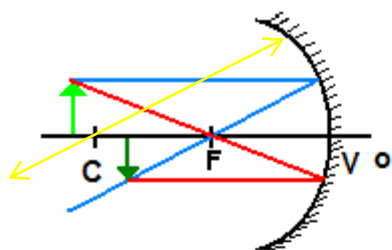
Rovinné zrcadlo

- Pak je ještě kulové (vypuklé a duté)
- $|/$
 (... $|/...$) (zrcadlově otočené – obraz předmětu)
 $|/$
 $|/$
 $|/$
- Stranově převrácené, zdánlivý, stejně velký, stejně vzdálený od roviny zrcadla, vzpřímený (=přímý)
- Př.:

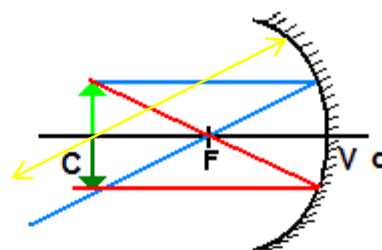
- Jak vysoko musí být pověšené rovinné zrcadlo na stěnu, aby člověk vysoký 180 cm, stojící 1 m od zrcadla, viděl celou svoji postavu. Oči má 10 cm od temene hlavy. Jak vysoko od podlahy musí být horní a dolní okraj zrcadla?
 - $h_3 = 175$
 - $v = 85$
 - $h_1 = 90$

Kulová zrcadla

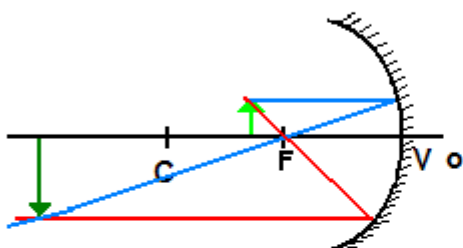
- Vypuklá
 - Význačné paprsky
 - Míří do C, takže se odrazí zase zpátky
 - Míří do F, takže se odrazí rovnoběžně s o
 - Jde rovnoběžně s o a odrazí se od F
 - Využití
 - Doprava
- Dutá
 - Význačné paprsky
 - Jde do ohniska a odrazí se rovnoběžně s optickou osou o – červený
 - Jde rovnoběžně s o a odrazí se do ohniska - modrý
 - Prochází C a odrazí se zpátky – žlutý
 - Když bude předmět v F, tak obraz nevzniká, protože paprsky budou rovnoběžné
 - Využití
 - Zubař, dalekohledy (hvězdářské)



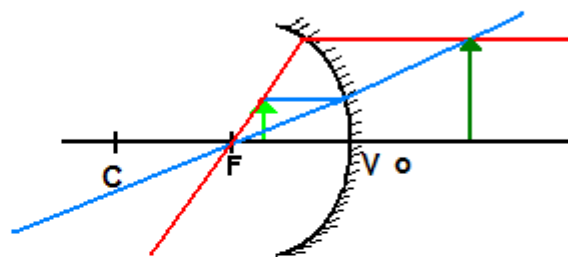
skutečný, převrácený, zmenšený



skutečný, převrácený, stejně velký

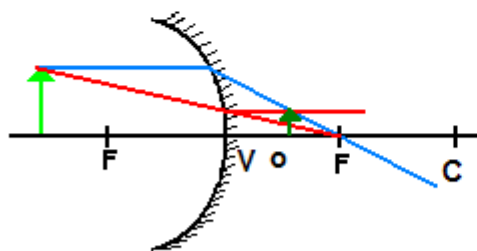


skutečný, převrácený, zvětšený



zdánlivý, přímý, zvětšený

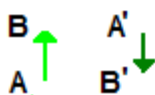
DUTÉ



zdánlivý, přímý, zmenšený - **vždy stejné**

VYPUKLÉ

šipky popsat:



C – střed křivosti, F – ohnisko, V – vrchol, a – vzdálenost předmětu od vrcholu zrcadla, a' – vzdálenost obrazu od vrcholu zrcadla, y' - výška obrazu, y – výška předmětu

$f = |FV|$ = ohnisková vzdálenost

Maturitní otázky z
www.sdraco.cz

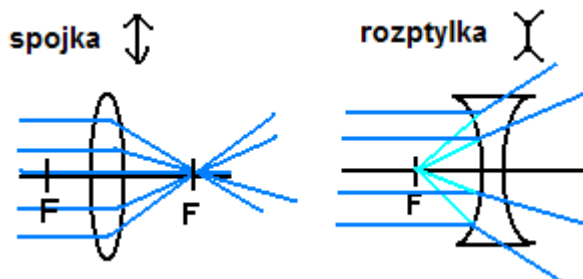
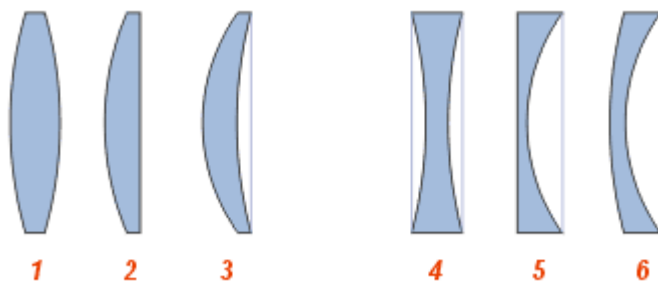
- - r – poloměr křivosti – jako normální r
- Znaménková konvence
 - Hodnoty jsou buď kladné nebo záporné
 - Vlevo před zrcadlem kladné, vpravo za zrcadlem záporné
- Příčné zvětšení $Z = \frac{y'}{y}$
 - Menší než jedna, jedna, větší než jedna
- $|FV| = f = r / 2$

Zobrazovací rovnice

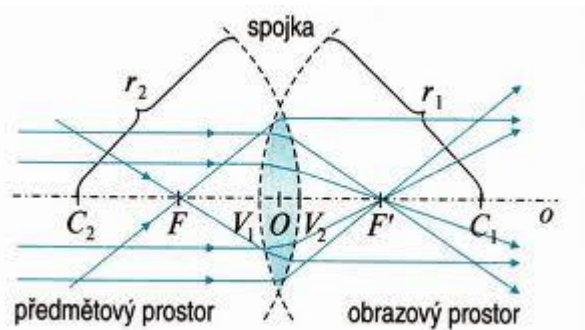
- $Z = \frac{y'}{y} = \frac{a'}{a} = \frac{a'-f}{f} = \frac{f}{a-f}$
 - Z (jako zoom)... optické zvětšení
- a – předmětová vzdálenost
- a' – obrazová vzdálenost
- Zobrazovací rovnice $\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$

Čočky

- Těleso vyrobené ze skla, které má větší index lomu než okolní prostředí
- Spojky (spojné čočky)
 - Sbíhavý paprsek
- Rozptylky (rozptylné čočky)
 - Rozbíhavý paprsek



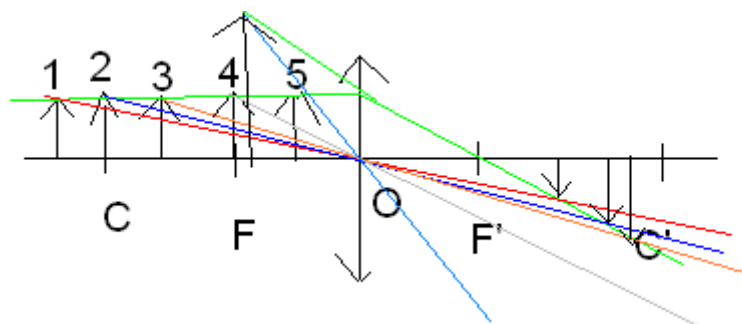
Spojky



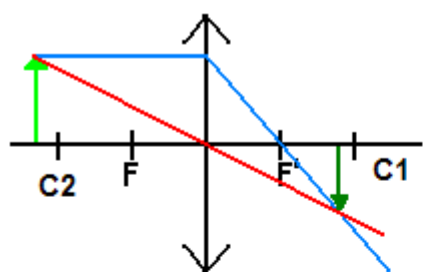
- O - optický střed
 - Optická osa
 - C - střed křivosti
 - F – předmětové ohnisko
 - F' – obrazové ohnisko
 - Předmětový prostor
 - Obrazový prostor
 - r_1, r_2 – poloměry
- Tenká spojka
 - Geometrická náhražka
 - \wedge
|O
-F -|--F--

I
V

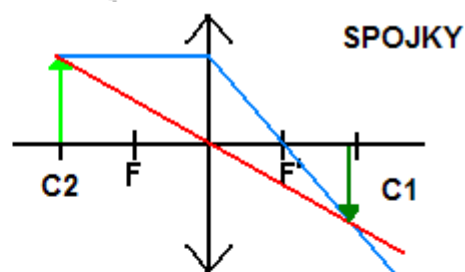
- Tři významné paprsky
 - Rovnoběžně a do ohniska
 - Do ohniska a pokračuje rovnoběžně
 - Prochází optickým středem a nic se neděje
- Příklad



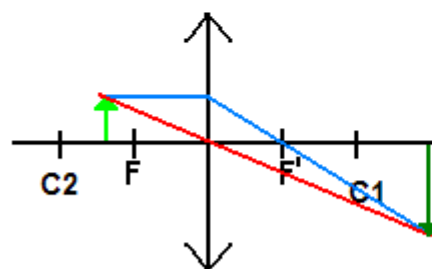
○



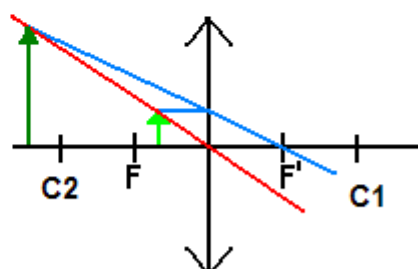
skutečný, převrácený, zmenšený



skutečný, převrácený, stejně velký



skutečný, převrácený, zvětšený

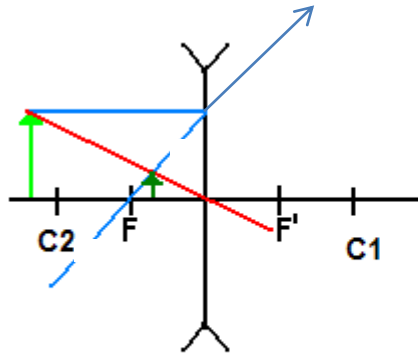


zdánlivý, přímý, zvětšený

○

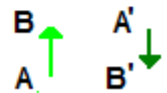
- Udělám rovnoběžně s o ve výši paprsků a zlomím to do F' , pak pro každý předmět zvlášť přes O přímo projde a tam to vyjde, případně přes F do o a tam pak rovnoběžně
- 1 – převrácený, zmenšený, skutečný
- 2 – stejně velký, převrácený, skutečný
- 3 – zvětšený, převrácený, skutečný
- 4 – vznikne v nekonečnu
- 5 – zvětšený, vzpřímený, skutečný

Rozptylky



ROZPTYLKA

šipky popsat:



zdánlivý, přímý, zmenšený - **vždy stejné**

Maturitní otázky z
www.sdraco.cz

-
- y – velikost předmětu
- y' – velikost obrazu
- a – vzdálenost od předmětu k O
- a' – vzdálenost od obrazu k O
- $Z = \frac{y'}{y} = -\left(\frac{a'}{a}\right) = -\frac{a'-f}{f} = -\frac{f}{a-f}$
- $\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f} = \frac{2}{r}$

Optická mohutnost čoček

- Tloušťka skel, brýlí – přesněji schopnost skla (čočky) více nebo méně ty paprsky lomit
- Dioptrie
- Brýle
- Spojky mají kladný počet dioptrií – paprsky se normálně sbíhají za sítnicí, po spojení paprsků v sítnici
- Rozptylky mají záporný počet dioptrií – roztáhnou od sebe paprsky (ty se před použitím brýlí spojovaly před sítnicí) a tak se spojí na sítnici
- $\varphi = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) * \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$
- $[\varphi] = \frac{1}{m} = D \text{ (dioptrie)}$
- Znaménková konvence – optické plochy vypuklé mají poloměr křivosti kladný, optické plochy duté mají poloměr záporný – spojka má kladnou, rozptylka zápornou

Oko jako optická soustava

- Čočka – spojka
- Rohovka, mok
- Duhovka
- Zornice – je černá, protože pohlcuje světlo
- Sklivec
- Žlutá skvrna, tyčinky a čípky (rozlišují barvy/vlnové délky) – tady jich je nejvíc (světločivých buněk)
- Slepá skvrna

- Obraz je skutečný, zmenšený, převrácený
- Pak to jde do mozku a ten to zpracuje a vidím ho správně
- Akomodace čočky
 - Měníme optickou mohutnost – tím měníme ohniskovou vzdálenost
- Vzdálenost, od které vidím ostře – 10 – 15 cm
- Dokud vidím ostře – nekonečno
- Konvenční zraková vzdálenost

Lupa a mikroskop

- Lupa
 - Spojka
 - Zvětšuje zhruba max. 10
 - //Příčné – zvětšení velikosti obrazu a jejich poměr
 - Úhlové
 - Zorný úhel
 - $\gamma = \frac{\tau'}{\tau}$
 - $\gamma > 1'$
 - γ nemá jednotku
 - Minimální zorný úhel – 0,072 mm (méně než setina milimetru) dokáže lidské oko ze vzdálenosti 25 cm rozlišit
- Mikroskop
 - V tubusu jsou dvě čočky – okulár, objektiv
 - Úhlové zvětšení řádově stovky, tisíce u světelného mikroskopu
 - U elektronového mikroskopu řádově statisíce
 - Je to vlnovou délkou procházejícího vlnění
 - Zvětšení záleží na vzdálenosti čoček, na ohniskové vzdálenosti objektivu
 - $\gamma = \frac{\Delta}{f_1} * \frac{d}{f_2}$
- Dalekohled
 - Zvětšení zorného úhlu
 - Kepler
 - Dvě spojky
 - $F_1 = F_2$
 - Převrácený (ale u hvězd to nevadí)
 - Triedr
 - Refraktor
 - Reflektor
 -