

Otázky z optiky

Základní vlastnosti, lom, odraz, index lomu

1) Co je světlo z fyzikálního hlediska?

Jaké vlnové délky přísluší viditelnému záření?

- elektromagnetické záření (viditelné záření) o vlnové délce od 400 nm do 760 nm, které způsobuje zrakový vjem v oku

2) Zapiš přehled elektromagnetického vlnění.

- dlouhé vlny, střední, krátké, velmi krátké } rozhlasové vlny

- infračervené záření

- viditelné z.

- ultrafialové z.

- rentgenové z.

- γ záření

- kosmické z.

3) Jakými názory na podstatu světla prošla fyzika?

Huygensova vlnová teorie: Světlo je podélné vlnění velmi řídké látky, tzv. světelného éteru.

Newtonova korpuskulární teorie: Podstata světla jsou částice (korpuskule), které se obrovskou rychlostí šíří od zdroje.

Současná teorie: Světlo je elektromagnetické vlnění, mající vlnový i částicový charakter.

4) Vysvětli pojmy světelný zdroj a optické prostředí.

Světelný zdroj - zařízení, které mění různé druhy energie (vnitřní, el., chem., jader.) na světelnou energii

Optické prostředí - prostředí, ve kterém se světlo šíří

5) Vysvětli pojmy vlnoplocha a světelný paprsek.

- obecně kulová plocha, ve které se světlo šíří od zdroje podle Huygensova principu

- světelný paprsek – přímka kolmá na vlnoplochu a udává směr, kterým se světlo šíří

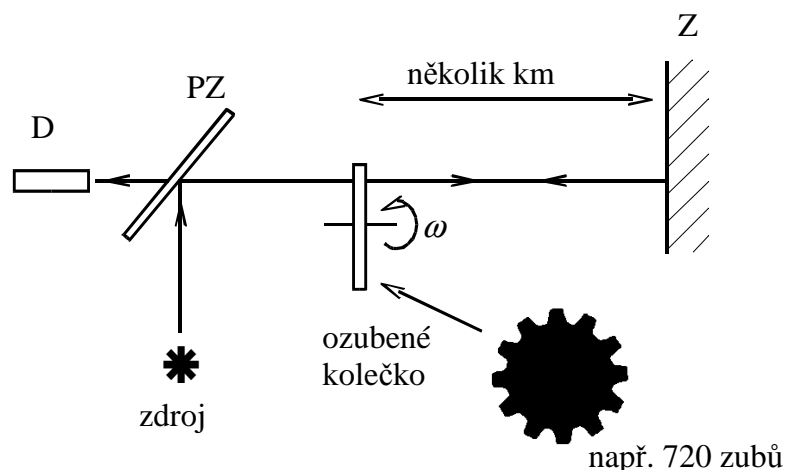
6) Objasni pojem monochromatické světlo a bílé světlo.

- světlo jedné vlnové délky (jednobarevné)

- bílé světlo – polychromatické – složené ze všech barev viditelného spektra (červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá, fialová)

7) Popiš aspoň jednu metodu určení rychlosti světla.

př. Fizeauova metoda



Za polopropustným zrcadlem PZ je ozubené kolečko, které se otáčí. Jakmile světlo projde otvorem mezi zuby kolečka, postupuje k zrcadlu Z , odkud se po odrazu vrací zpět. Když na zpáteční cestě světlo projde tímž otvorem nebo dalším, vidí pozorovatel v dalekohledu D světelný zdroj. Když světlo dopadne na zub, nevidí nic. Při jisté úhlové frekvenci otáčení kolečka pak lze určit velikost rychlosti světla.

8) Porovnej hodnotu rychlosti světla ve vakuu a v jiném optickém prostředí a popiš vlastnosti rychlosti světla.

- rychlost světla ve vakuu - $3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ - mezní rychlost hmotných objektů pohybujících se ve vakuu, v jiných prostředích je rychlost světla vždy menší
- ve vakuu rychlost světla nezávisí na frekvenci světla, ani na jiných veličinách, v ostatních prostředích závisí na frekvenci světla a fyzikálních vlastnostech prostředí (teplota, tlak...)

9) Popiš jev odraz světla.

- světlo se po dopadu na rozhraní dvou optických prostředí vrací zpět do původního prostředí
- úhel odrazu = úhel dopadu
- odražený paprsek zůstává v rovině dopadu (dána dopadajícím paprskem a rovinou dopadu)
- úhel odrazu nezávisí na vln. délce dopadajícího světla

10) Jaká tři pravidla platí pro lom světla?

- zákon lomu $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2} = \text{konst.}$
- lomený paprsek zůstává v rovině dopadu
- úhel lomu závisí na vlnové délce světla

11) Kdy nastává lom světla ke kolmici? Odvod!

- nastává tehdy, když: $\alpha_2 < \alpha_1 \Rightarrow \sin \alpha_2 < \sin \alpha_1 \Rightarrow v_2 < v_1 \Rightarrow n_2 > n_1$
- lom světla ke kolmici nastává při průchodu světla z prostředí opticky řidšího do prostředí opticky hustšího

12) Kdy nastává lom světla od kolmice? Odvod!

- nastává tehdy, když: $\alpha_1 < \alpha_2 \Rightarrow \sin \alpha_1 < \sin \alpha_2 \Rightarrow v_1 < v_2 \Rightarrow n_2 < n_1$
- lom světla od kolmice nastává při průchodu světla z prostředí opticky hustšího do prostředí opticky řidšího

13) Jaký je základní rozdíl mezi vlastnostmi odrazu a lomu světla?

- při odrazu světla úhel odrazu nezávisí na vln. délce světla, kdežto při lomu světla úhel lomu závisí na vlnové délce světla

14) Definuj absolutní index lomu a popiš jeho vlastnosti.

- absolutní index lomu je podíl rychlosti světla ve vakuu k rychlosti světla v daném prostředí

$$n = \frac{c}{v}$$

bezrozměrná veličina; čím větší n , tím menší v (tím opticky hustší prostředí)

Charakterizuje optické prostředí, udává, kolikrát je větší rychlost světla ve vakuu než v daném prostředí, závisí na λ , tzn. na f světla (barvě, energii).

15) Odvod' Snellův zákon vyjádřený indexy lomu.

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2} \cdot \frac{c}{c} = \frac{c}{v_2} \cdot \frac{v_1}{c} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

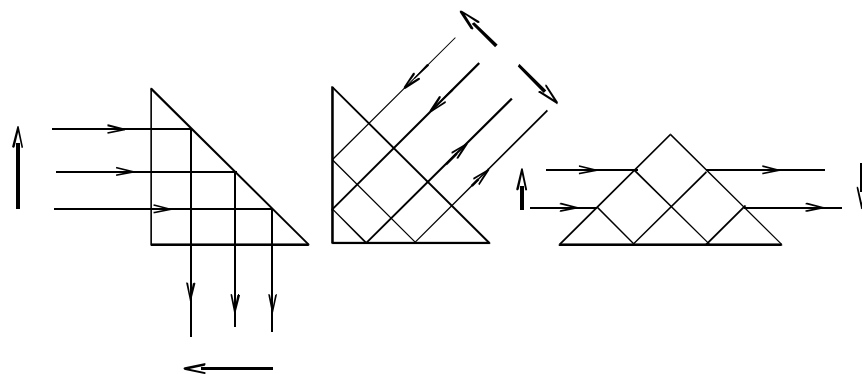
16) Jaký úhel se nazývá mezný?

- úhel dopadu, kterému odpovídá při lomu světla na rozhraní opticky hustšího a opticky řidšího prostředí úhel lomu 90°

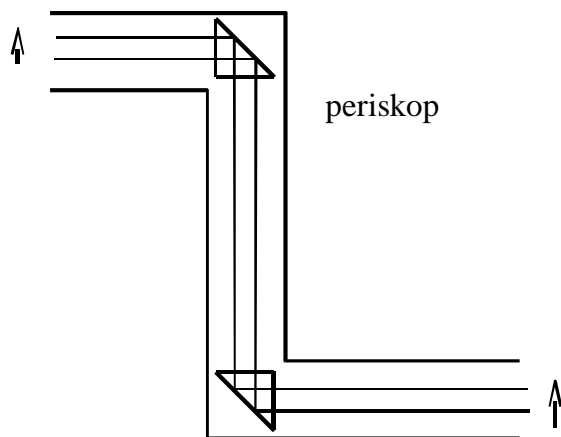
17) Popiš jev úplný odraz světla.

- nastává v situaci, kdy úhel dopadu je větší než mezný úhel – světlo se neláme do opticky řidšího prostředí, ale úplně se odráží do původního prostředí

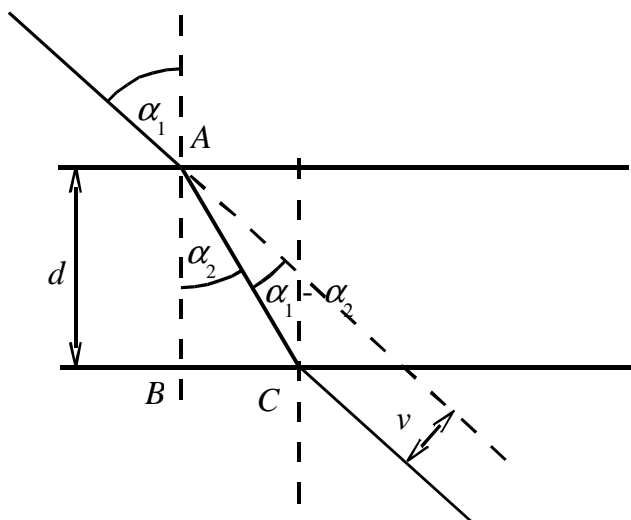
18) Zakresli chod paprsků na odrazném hranolu.



19) Popiš (znázorni) princip periskopu.



20) Odvod' vztah pro posun paprsku na planparalelní desce.



$v = ?$

$$v = |AC| \cdot \sin(\alpha_1 - \alpha_2)$$

$$|AC| = \frac{d}{\cos \alpha_2}$$

$$\Rightarrow v = d \cdot \frac{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)}{\cos \alpha_2}$$

$$v = d \cdot \frac{\sin \alpha_1 \cos \alpha_2 - \sin \alpha_2 \cos \alpha_1}{\cos \alpha_2}$$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{\sin \alpha_1}{n}$$

$$\Rightarrow v = d \cdot \left(\sin \alpha_1 - \frac{\sin \alpha_1 \cos \alpha_1}{n \sqrt{1 - \sin^2 \alpha_2}} \right)$$

$$v = d \cdot \sin \alpha_1 \cdot \left(1 - \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_1}}{n \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha_1}{n^2}}} \right)$$

$$v = d \cdot \sin \alpha_1 \cdot \left(1 - \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_1}}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha_1}} \right)$$

Geometrická optika

1) Vysvětli základní pojmy: přímé vidění, optická soustava, optické zobrazení

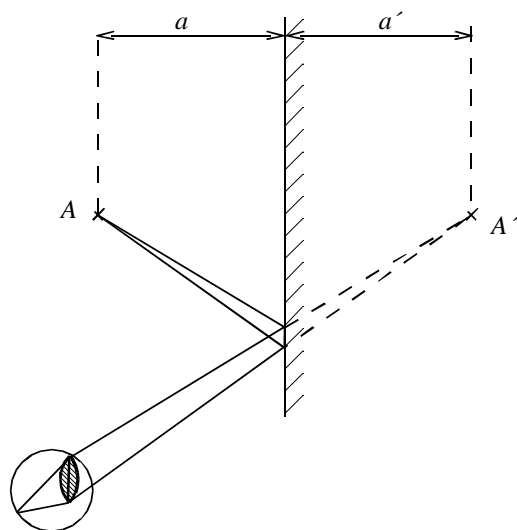
- přímé vidění - paprsek od zobrazovaného předmětu dopadne přímo do oka
- optická soustava - soustava optických prostředí a jejich rozhraní, která mění chod paprsků
- optické zobrazení - postup, kterým získáváme optické obrazy bodů a předmětů

2) Jaký je rozdíl mezi skutečným a neskutečným obrazem?

- skutečný obraz - optická soustava vytváří sbíhavý svazek paprsků, jejich průsečíkem prochází světelná energie \Rightarrow možno zachytit obraz na stínítku
- neskutečný obraz - opt. soustava vytváří rozbíhavý paprsek, paprsky jsou zobrazeny až okem na sítnici, pozorovatel pozoruje neskut. obraz – zdá se mu, jako kdyby paprsky vycházely z bodu, který je průsečíkem přímek vedených v opač. směru než je chod paprsků před jejich vstupem do oka. Zdánlivý obraz nelze zachytit na stínítku – neprochází jeho body světelná energie.

3) Popiš a charakterizuj zobrazení rovinným zrcadlem.

- zobrazení odrazem:

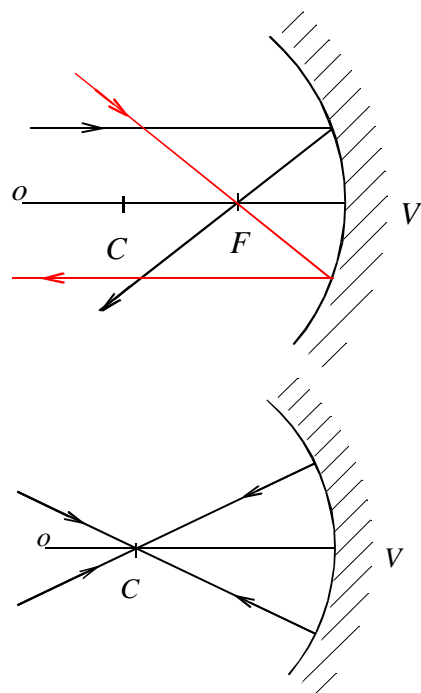


- obraz bude: vždy neskutečný, přímý, stejně veliký jako předmět, souměrný s předmětem podle roviny zrcadla, stranově převrácený

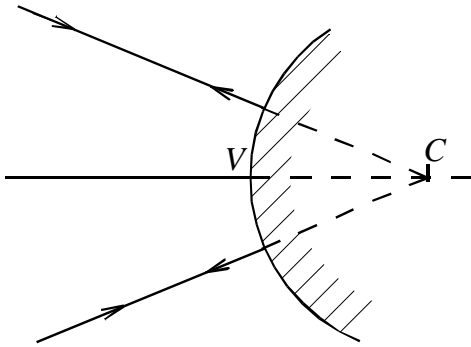
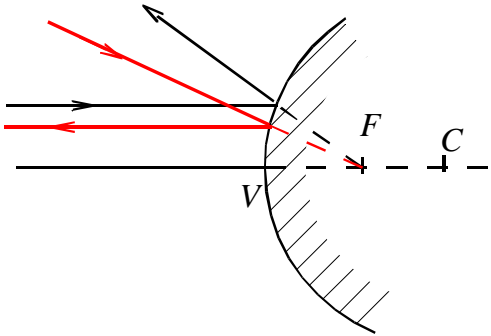
4) Jaké jsou základní pojmy pro zobrazení kulovým zrcadlem?

- střed kulového zrcadla, vrchol, ohnisko, optická osa, paraxiální (význačné) paprsky, předmět, obraz, předmětová a obrazová vzdálenost, zvětšení

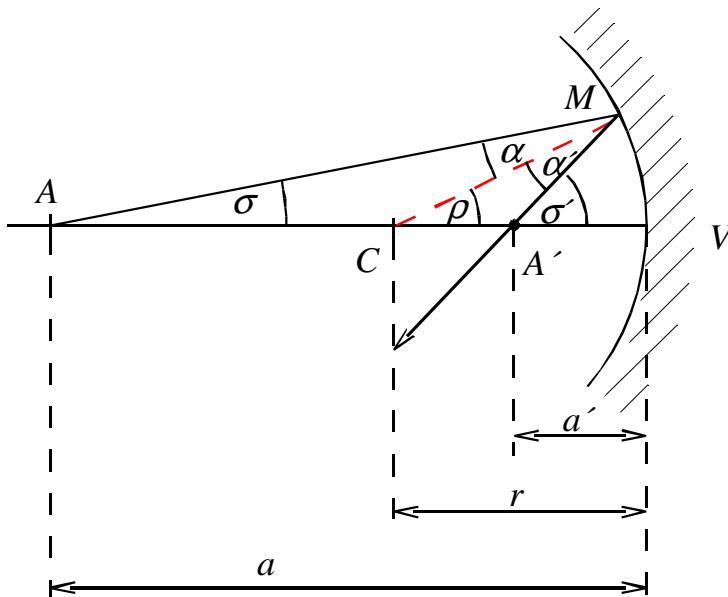
5) Znázorni chod význačných paprsků při zobrazení dutým zrcadlem.



6) Znázorni chod význačných paprsků při zobrazení vypuklým zrcadlem.



7) Odvod' zobrazovací rovnici kulového zrcadla.



$$\left. \begin{array}{l} \sigma + \alpha = \rho \\ \rho + \alpha' = \sigma' \end{array} \right\} \sigma + \sigma' = 2\rho + \underbrace{\alpha - \alpha'}_0$$

$$\sigma + \sigma' = 2\rho$$

Úhly jsou velmi malé $\Rightarrow \triangle AMV, CMV, A'MV$ jsou pravoúhlé a $\text{tg } \sigma \approx \sigma, \text{tg } \rho \approx \rho,$
 $\text{tg } \sigma' \approx \sigma'.$
 $\Rightarrow \text{tg } \sigma + \text{tg } \sigma' = 2\rho$

$$\Rightarrow \frac{|MV|}{|AV|} + \frac{|MV|}{|A'V|} = 2 \frac{|MV|}{|CV|}$$

$$\boxed{\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{2}{r}}$$

a ... předmětná vzdálenost
 a' ... obrazová vzdálenost
 r ... poloměr křivosti

Platí i pro vypuklé zrcadlo!

Je-li předmět v ∞ , pak je obraz v ohnisku:

$$a \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{a} \rightarrow 0 \quad \text{a} \quad \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$$

potom

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{r} \Rightarrow \boxed{f = \frac{r}{2}}$$

takže

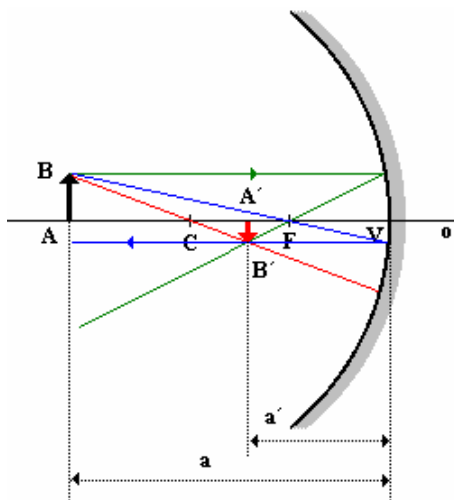
$$\boxed{\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}}$$

8) Jaká platí znaménková konvence pro zobrazení kulovým zrcadlem?

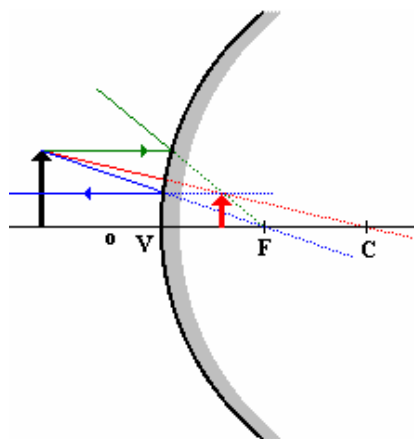
a, a', r, f se znaménkem + před zrcadlem
 se znaménkem – za zrcadlem

je-li $a' > 0$... obraz je skutečný
 $a' < 0$... obraz je neskutečný

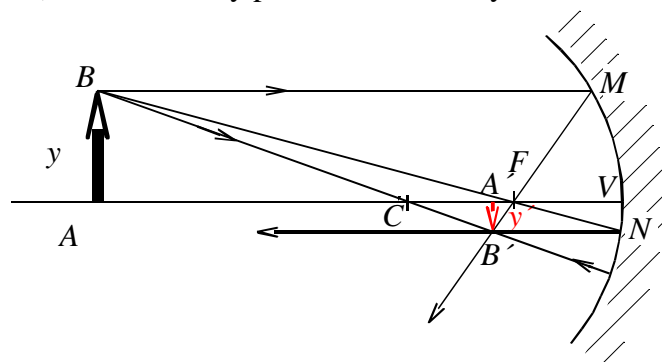
9) Zobraz předmět dutým zrcadlem.



10) Zobraz předmět vypuklým zrcadlem.



11) Odvod' vztahy pro zvětšení kulovým zrcadlem.



$$\square BMF \square \square B'FN \Rightarrow \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a}$$

$$\square ABF \square \square FVN \Rightarrow \frac{y'}{y} = -\frac{f}{a-f}$$

$$\square A'FB' \square \square FMV \Rightarrow \frac{y'}{y} = -\frac{a'-f}{f}$$

$$\boxed{Z = \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a} = -\frac{f}{a-f} = -\frac{a'-f}{f}}$$

12) Sestav tabulku pro zobrazení dutým zrcadlem.

Předmět	Obraz	Popis
v ∞	v F	
mezi ∞ a S	mezi F a S	skutečný, převrácený, zmenšený
v S	v S	skutečný, převrácený, stejně veliký
mezi S a F	mezi ∞ a S	skutečný, převrácený, zvětšený
v F	v ∞	
mezi F a V	za zrcadlem	zdánlivý, vzpřímený, zvětšený

13) Jaký obraz získáme při zobrazení vypuklým zrcadlem?

- vždy zdánlivý, vzpřímený a zmenšený, mezi ohniskem a středem zrcadla

14) Charakterizuj kulovou vadu zrcadla a způsob odstranění.

- nastává při zobrazování pomocí svazku paprsků mimo paraxiální prostor - obrazem bodu není bod, ale ploška – obraz je neostrý, korekce vady – užití parabolických zrcadel