

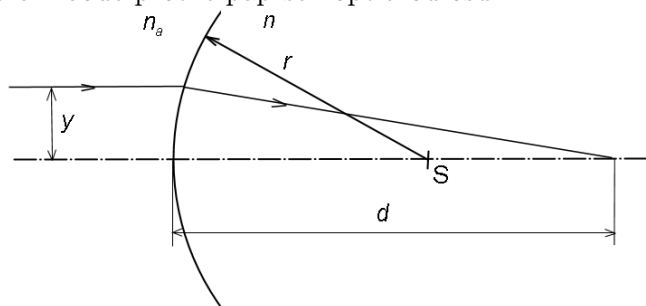
# Fyzika pro chemiky II – příklady ke cvičením

Ústav fyziky kondenzovaných látek, PŘF MU Brno

jarní semestr 2020

## 1. Příklady z optiky

- Rovinná elektromagnetická vlna o frekvenci  $f = 5,45 \times 10^{14}$  Hz polarizovaná v rovině  $x,y$  se šíří ve směru osy  $x$  ve vakuu ( $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12}$  F·m<sup>-1</sup>,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  H·m<sup>-1</sup>). Intenzita elektrického pole má amplitudu  $E_0$ .
  - Určete rychlost elektromagnetického vlnění  $c$ , vlnovou délku  $\lambda$  a barvu, která této vlnové délce odpovídá.
  - Napište rovnice elektromagnetické vlny  $\vec{E} = \vec{E}(\vec{r},t)$ ,  $\vec{B} = \vec{B}(\vec{r},t)$ , kde  $\vec{r}(x,y,z)$  je polohový vektor.
  - Ověřte, zda tyto funkce vyhovují vlnové rovnici.
- Rychlost světla v kapalině je  $2,14 \times 10^5$  km · s<sup>-1</sup> a světlo na její hladinu dopadá ze vzduchu pod úhlem 45°. Jaký je úhel lomu světla?
- Na dně potoka leží kamínek. Chlapec se ho chce dotknout rovným prutem, kterým zamíří na kamínek pod úhlem 45° vzhledem k hladině vody. Jak daleko od kamínku se prut zaboří do dna potoku, které je v hloubce 35 cm? Index lomu vody je 1,33.
- Ryba je 2 m pod hladinou klidného jezera. Jaký je průměr kruhu na hladině, kterým může ryba vidět svět vně vody?
- Je index lomu jádra optického vlákna větší nebo menší než index lomu pláště vlákna? Vyberte si vhodnou kombinaci hodnot indexů lomu 1,38, 1,40, 1,45, 1,48, 1,50, 1,55 a odhadněte úhel totálního odrazu světla v optickém vlákně.
- Paprsek se šíří prostředím s indexem lomu  $n_a = 1$  podél osy kolmé na rozhraní ve vzdálenosti  $y$  od ní. Dopadá na rozhraní s prostředím o indexu lomu  $n$ , které má tvar kulové plochy o poloměru  $r$ , průměmž  $r \gg y$ . Ve kterém bodě protne paprsek optickou osu?



- Předmět, který zobrazujeme tenkou čočkou s ohniskovou vzdáleností  $f$ , má velikost  $Y = 2$  cm a je umístěn ve vzdálenosti  $a = 10$  cm od čočky. Ohnisková vzdálenost je: (A)  $f = -4$  cm, (B)  $f = 5$  cm.
  - Proveďte grafickou konstrukci obrazu.
  - Vypočítejte vzdálenost obrazu od čočky.
  - Vypočítejte zvětšení obrazu  $m$ .
  - Určete, zda je obraz skutečný nebo zdánlivý.
- Spojná čočka vytváří obraz, pro který platí  $Z_1 = -2$ . Jestliže k ní předmět přiblížíme o 15 cm, je  $Z_2 = -5$ . Určete ohniskovou vzdálenost čočky.

9. Stínítko je ve vzdálenosti 1 m od svíčky. Spojkou o optické mohutnosti 5 D umístěnou mezi svíčku a stínítko můžeme vytvořit ostrý obraz plamene svíčky při dvou polohách čočky. Určete vzájemnou vzdálenost těchto poloh.
10. Stínítko se dvěma malými otvory vzdálenými  $d = 0.1$  mm je osvětleno rtuťovou výbojkou. Ze spektra Hg je přes filtr propuštěno pouze zelené monochromatické světlo s vlnovou délkou  $\lambda = 546$  nm. Na rovinném stínítku ve vzdálenosti  $D = 2$  m od prvního stínítka pozorujeme interferenční jev (Youngův pokus). Určete polohu (úhlovou i délkovou na stínítku):
- prvního minima  $\vartheta_{m1}$ ,  $y_{m1}$ ,
  - desátého maxima  $\vartheta_{M10}$ ,  $y_{M10}$ .
  - Nakreslete závislost intenzity světla  $I$  na vzdálenosti  $y$  od středu stínítka.
11. Při Youngově interferenčním pokusu prochází jeden paprsek kyvetou 2 cm dlouhou s planparalelními skleněnými stěnami. Je-li kyveta vyplněna vzduchem, pozorujeme interferenční jev. Je-li kyveta naplněna chlórem, posune se interferenční jev o 20 proužků. Celé uspořádání je v termostatu, který udržuje konstantní teplotu. Pokus provádíme se světlem čáry D sodíku ( $\lambda = 589$  nm).
- Vypočítejte index lomu chlóru, je-li index lomu vzduchu  $n = 1,000276$ .
  - Kterým směrem se posunují interferenční proužky při plnění kyvety chlórem?
12. Mýdlová bublina vytvoří uvnitř drátěného oka vodní film o tloušťce 320 nm. Index lomu vody je  $n = 1,33$  a index lomu vzduchu je  $n_0 = 1,00$ .
- Jakou barvu bude mít bílé světlo po kolmém odrazu od tohoto filmu?
  - Vypočítejte vlnové délky  $\lambda_{M1}$ ,  $\lambda_{M2}$ ,  $\lambda_{m1}$ ,  $\lambda_{m2}$  pro první dvě maxima a pro první dvě minima intenzity odraženého světla.
  - Určete změnu fáze  $\varphi_1$  při odrazu na prvním a  $\varphi_2$  při odrazu na druhém rozhraní.
13. Antireflexní vrstva na skleněné čočce s indexem lomu  $n_s = 1,5$  je vyrobena napařením tenké vrstvy  $\text{MgF}_2$ , která má index lomu  $n = 1,38$ , na povrch skla. Vypočítejte tloušťku  $d$  antireflexní vrstvy tak, aby minimální intenzita odraženého světla ležela uprostřed viditelného spektra (vlnová délka  $\lambda = 550$  nm). Index lomu vzduchu je  $n_0 = 1,00$ .

úloha navíc Pozorujeme-li Newtonovy kroužky ( $\lambda = 450$  nm), které vznikají mezi ploskovypuklou čočkou a rovnou destičkou, je poloměr třetího světlého kroužku 1,06 mm. Nahradíme-li modrý filtr červeným, je poloměr pátého světlého kroužku 1,77 mm. Určete poloměr křivosti  $R$  čočky a vlnovou délku  $\lambda_c$  červeného světla.

úloha navíc Mřížka má 1000 vrypů na milimetr. Jaká je šířka vrypu, když interferenční maximum pátého řádu vymizí?