

Aplikovaná optika I: příklady k procvičení celku Zákony odrazu a lomu, odrazivost, absorpce

Jana Jurmanová

Zákony odrazu a lomu, odrazivost, absorpce

1. 1. Světelný paprsek se šíří z prostředí o indexu lomu 1,5 do prostředí o indexu lomu 1,7. Paprsek dopadá na rozhraní pod úhlem $\alpha = 30^\circ$ a láme se pod úhlem β .
- (a) Určete rychlost šíření paprsku v obou prostředích.
 - (b) Určete úhel β .
 - (c) Určete, kolik procent světla projde tímto rozhráním při kolmém dopadu, nedochází-li k absorpci.

$$[a) v_{1.5} = 2/3c = 2 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}, v_{1.7} = 1/1.7c = 1,76 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}$$

$$b) \beta = 26^\circ \quad c) R = 25\%, \text{ projde tedy } 75\%$$

2. Vypočtete index lomu diamantu, jestliže při dopadu světla na rozhraní vzduch – diamant pod úhlem 68° jsou odražený a lomený paprsek navzájem kolmé.

$$[n = 2.47]$$

3. Vypočtete mezní úhel pro sklo, jehož index lomu je 1.51 (rozhraní sklo-vzduch a sklo-voda). V obou případech zakreslete obrázek a vyznačte v něm, pro jaké úhly dochází k totálnímu odrazu.

$$[\alpha_{svz} = 41^\circ 28', \alpha_{svo} = 62^\circ]$$

4. Index lomu skla je pro červené světlo 1.505 a pro fialové světlo 1.524. Vypočtete, jakou rychlostí se budou tyto monochromatické složky šířit ve skle a jak se změní jejich vlnová délka oproti délce na vzduchu.

$$[v_c = 1,993 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}, v_f = 1,968 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}, \\ \lambda_{c\text{-sklo}} = 531.6 \text{nm}, \lambda_{f\text{-sklo}} = 262,5 \text{nm}, \text{ pro} \\ \text{volbu } \lambda_{c\text{-vz}} = 800 \text{nm}, \lambda_{f\text{-vz}} = 400 \text{nm}]$$

5. Na rovinný povrch kapaliny dopadá ze vzduchu pod úhlem 50° světelný paprsek a vstupuje do ní pod úhlem 30° . Lomený paprsek dopadá na průhledné dno, jehož index lomu je 1,2. Určete index lomu kapaliny a směr šíření paprsku ve dně nádoby. Dále určete odrazivost všech rozhraní v tomto experimentu (za předpokladu, že by světlo dopadalo na tato rozhraní kolmo.)

$$[n_k = 1,532, \gamma = 39.67, R_{vz-k} = 4.4\%, \\ R_{k-dno} = 1,5\%, R_{dno-vz} = 0,8\%]$$

6. Světlo dopadá ze vzduchu na vodní hladinu a na ní se odráží i láme. Jaký úhel svírají odražený a lomený paprsek při úhlu dopadu 42° ?

$$[\omega = 108^\circ]$$

8. Zdůvodněte, proč můžeme sluneční paprsky považovat za rovnoběžné.
9. Které optické prostředí mění frekvenci světla a jakým způsobem? Které optické prostředí mění vlnovou délku světla v porovnání s vakuem a jak?
10. Zhodnoťte a zdůvodněte platnost následujících tvrzení:
 - (a) Některé druhy elektromagnetického záření nemůžeme pozorovat okem.
 - (b) Infračervené záření člověk není schopen vnímat.
 - (c) Infračervené záření lze použít i pro fotografické účely, jeli fotografická emulze vhodně upravena.
 - (d) Ultrafialové i infračervené záření prochází okenním sklem prakticky nezeslabeno.
 - (e) Rentgenové záření má menší pronikavost než světlo.
 - (f) Všechny látky pohlcují rentgenové záření stejně.

11. Světlo dopadá kolmo na rovinné rozhraní a) vzduchu a skla b) vzduchu a vody c) diamantu a vzduchu. Určete velikost úhlu odrazu a lomu v těchto případech, určete odrazivost jednotlivých rozhraní.

[úhly odrazu i lomu jsou nulové, $R_a) = 4\%$, $R_b) = 2\%$, $R_c) = 17\%$]

12. Porovnejte odrazivost a absorpci v diamantu a křemíku tloušťky 2mm pro světlo vlnové délky 500nm (koeficient lineární absorpce je dán $\mu = 4\lambda/n_c$, kde n_c je komplexní část indexu lomu).

$$\rightarrow 0, R_{diam} = 17\%, \mu_{diam} = 25m^{-1}, A_{diam} = e^{-0.05} = 0,95$$

$$[R_{Si} = 36\%, \mu_{Si} = 1,76 \cdot 10^6 m^{-1}, A_{Si} = e^{-3250}]$$

13. Zlatý plíšek tloušťky $2\mu\text{m}$ plave na vodní hladině. Určete jeho odrazivost a absorpci, šíří-li se světlo vlnové délky 500nm a) ze vzduchu b) z vody. ($n_{\text{Au}} = 0.47 + i2,83$)

$$[R_{\text{Au-vz}} = 81.5\%, R_{\text{Au-v0}} = 77.7\%, \mu = 25 \cdot 10^6 \text{m}^{-1}, \\ A = e^{-142} = 1,7 \cdot 10^{-62} \text{ pro libovolný směr dopadu}]$$

14. Ve vodě je v hloubce h pod hladinou umístěn bodový zdroj světla. Určete tvar a rozměr té části povrchu vody, kterou světlo vystupuje nad vodní hladinu.

$$[\text{kruh o poloměru } r = h \operatorname{tg} \alpha_m]$$

15. Určete index lomu oleje, jestliže paprsek přecházející z oleje do vody má úhel dopadu 30° a úhel lomu $34^\circ 50'$. $[n=1.52]$

16. Uvnitř skla je dutina tvaru trojbokého hranolu, která je naplněna vzduchem. Nakreslete chod paprsku touto dutinou.

17. Úzký svazek světla dopadá na optický hranol. Nakreslete chod paprsku červeného a fialového světla. Jak se nazývá znázorněný jev a čím je způsoben?

18. Zhodnoťte a odůvodněte platnost následujících tvrzení:

- (a) Úhel odrazu světla nezávisí na jeho frekvenci.
- (b) Úhel lomu světla závisí na jeho frekvenci.
- (c) Úhel dopadu nemůže být tupý (větší než 90°).
- (d) Úhel odrazu může být větší než úhel dopadu.
- (e) Úhel lomu může být větší než úhel dopadu.
- (f) Úplný odraz světla může nastat pouze při přechodu z prostředí opticky hustšího do prostředí opticky řidšího.
- (g) Pojmy rozklad světla a rozptyl světla označují stejný jev.
- (h) Průchod světla bezbarvým, čirým prostředím nemění spektrální složení barev.
- (i) Průchodem barevným prostředím se mění spektrální složení dopadajícího bílého světla.
- (j) Barevné předměty odrážejí všechny složky spektra stejně.

19. Z uvedených obrázku vyberte ty, kde je chod paprsku zakreslen správně.
Vysvětlete podstatu chyb.

