

Odraz a lom svetla

1. Na doštičku z flintového skla dopadá svetlo pod uhlom $\alpha = 56^\circ 12'$ a odráža sa ako úplne polarizované (medzi odrazeným a lomeným lúčom je 90°). Aký je index lomu skla?
2. Pod akým uhlom má dopadnúť svetelný lúč na sklenú dosku s indexom lomu $n_2 = 1,57$, aby odrazený a lomený lúč boli navzájom kolmé?
3. Zo skaly vysokej $h = 76$ m nad vodnou hladinou jazera pozorujeme mrak. Ak sa pozrieme hore vidíme mrak vo výškovom uhle $\alpha = 56^\circ$. Ak sa na mrak pozrieme na hladinu jazera vidíme jeho obraz na vodnej hladine jazera v hĺbkovom uhle 58° . V akej výške nad vodorovnou hladinou jazera je oblak?
4. Pod akým uhlom má dopadnúť svetelný lúč na rozhranie skla a vzduchu, aby už nevnikol do vzduchu? Index lomu skla je $n_s = 1,5$ a index lomu vzduchu je $n_{vz} = 1,0$.
5. Na sklenenú doštičku s indexom lomu $n = 1,5$ dopadá svetelný lúč. Pod akým uhlom dopadol, keď lomený lúč zvierá s odrazeným lúčom na rozhraní uhol $\gamma = 60^\circ$?
6. Svetelný lúč dopadá na vrchné vodorovné rozhranie planparalelnej sklenenej dosky pod uhlom 70° . Vypočítajte, o koľko sa vystupujúci lúč na spodnom vodorovnom rozhraní planparalelnej sklenenej dosky posunie oproti vstupujúcemu lúču. Hrúbka planparalelnej sklenenej dosky je 10 cm. Index lomu skla $n_s = 1,5$.
7. Pod akým uhlom má dopadnúť svetelný lúč na rozhranie skla a vody, aby už nevnikol do vody? Index lomu skla je $n_s = 1,5$ a index lomu vody je $n_{vo} = 1,33$.
8. Vypočítajte o aký uhol sa odkloní od svojho pôvodného smeru svetelný lúč, postupujúci z vody, ktorej index lomu je $n_v = 1,33$ do skla, ktorého index lomu je $n_s = 1,5$. Úlohu riešte pre uhol dopadu 15° a 75° .
9. Dve rovinné zrkadla zvierajú uhol $\gamma = 50^\circ$. Na jedno zo zrkadiel dopadá svetelný lúč, ktorý leží v rovine kolmej na priesečnicu oboch zrkadiel. Lúč sa odrazí na prvom, potom na druhom zrkadle a odchýli sa od pôvodného smeru o uhol δ . Vypočítajte tento uhol! Závisí od uhla dopadu?
10. Vypočítajte o aký uhol sa odkloní od svojho pôvodného smeru svetelný lúč, postupujúci z vody, ktorej index lomu je $n_v = 1,33$ do vzduchu, ktorého index lomu je $n_{vz} = 1,0$. Úlohu riešte pre uhol dopadu 15° a 75° .
11. Chlapec sa chce dotknúť tyčou predmetu v hĺbke 40 cm pod vodnou hladinou. V akej vzdialenosti od predmetu sa tyč dotkne dna, ak tyč zvierá s vodorovným smerom uhol 45° ?
12. Plechová nádoba s pravouhlými stenami je naplnená až po okraj čírou kvapalinou. Výška bočnej steny je 90 cm a šírka nádoby je 1,10 m. Pri pohľade cez okraj nádoby vodorovným smerom vidí pozorovateľ práve hranu, v níž sa stretáva bočná stena s dnom nádoby. Určte index lomu kvapaliny.
13. Svetelný lúč dopadá na prednú stenu optického hranola pod takým uhlom α , že po lome hranolom prechádzajúci lúč dopadá na zadnú stenu práve pod hraničným uhlom a neláme sa. Vypočítajte, aký je index lomu skla, z ktorého je hranol zhotovený, keď jeho lámavý uhol je φ .
14. Na sklenený hranol s indexom lomu $n = \sqrt{2}$ dopadá svetelný lúč v rovine kolmej na prednú lámavú stenu. Vypočítajte, aký má byť lámavý uhol hranola, aby na zadnej stene nedošlo k lomu.
15. Nad stredom kruhového bazéna s polomerom 5 m naplneného po okraj vodou visí vo výške 3 m osvetľovacia lampa. Ako ďaleko od okraja bazéna sa môže postaviť človek, ktorý má výšku 1,8 m, aby ešte videl odraz svetla lampy od hladiny vody?

Optické zobrazovanie

16. Sviečka stojí 60 cm pred dutým zrkadlom. Keď ju priblížime k zrkadlu o 10 cm, zväčší sa vzdialenosť obrazu od zrkadla o 80 cm. Aká je ohnisková vzdialenosť zrkadla?
17. Spojná šošovka vytvorí obraz svietiaceho zdroja na tienidle vo vzdialenosti $l = 1$ m od zdroja. Ak šošovku posunieme do druhej polohy, pričom polohu zdroja a tienidla už nemeníme, na tienidle sa znova vytvorí svetelný obraz zdroja. Aká je ohnisková vzdialenosť šošovky, keď na vytvorenie druhého jasného obrazu zdroja treba šošovku posunúť k tienidlu o vzdialenosť $d = 20$ cm?
18. Vo vzdialenosti 20 cm od dutého guľového zrkadla s ohniskovou vzdialenosťou 15 cm sa nachádza predmet vysoký 10 cm. Určte, v akej vzdialenosti vznikne jeho obraz a určte vlastnosti tohto obrazu.
19. Vo vzdialenosti 5 m od vypuklého guľového zrkadla s ohniskovou vzdialenosťou 2 m sa nachádza predmet vysoký 1,5 m. Určte, v akej vzdialenosti vznikne jeho obraz a určte vlastnosti tohto obrazu.
20. Určte, v akej vzdialenosti od vypuklého zrkadla s polomerom krivosti 80 cm sa musí nachádzať predmet, aby jeho obraz bol 3- krát zväčšený.
21. Bodový zdroj svetla sa nachádza na optickej osi dutého zrkadla. Jeho vzdialenosť od vrcholu zrkadla sa rovná $3/2$ polomeru zrkadla. Určte polohu obrazu!
22. Bodový zdroj svetla sa nachádza na osi vypuklého zrkadla vo vzdialenosti, ktorá sa rovná 3 - násobku jeho ohniskovej vzdialenosti. Určte polohu obrazu.
23. Duté zrkadlo má polomer krivosti 56 cm. Do akej vzdialenosti od vrcholu zrkadla je potrebné umiestniť predmet, aby jeho obraz bol reálny a štyrikrát zväčšený? Nájdite polohu obrazu!
24. Duté zrkadlo má polomer krivosti 56 cm. Do akej vzdialenosti od vrcholu zrkadla je potrebné umiestniť predmet, aby jeho obraz bol virtuálny a štyrikrát zväčšený? Nájdite polohu obrazu!
25. Predmet výšky 15 mm je vo vzdialenosti 32 cm od vrcholu dutého zrkadla, ktorého polomer krivosti je 48 cm. Kde bude jeho obraz a aký bude veľký?
26. Aká je ohnisková vzdialenosť tenkej spojnej šošovky a aké zväčšenie poskytuje, keď predmet vzdialený od nej 20 cm sa zobrazí za šošovkou vo vzdialenosti 35 cm?
27. Spojná šošovka, ktorej ohnisková vzdialenosť $f = 42$ cm, vytvára 3 - krát zväčšený virtuálny obraz predmetu. Nájdite polohu predmetu a obrazu!
28. Spojná šošovka vytvorí obraz svietiaceho zdroja na tienidle, ktorého výška je $h_1 = 9$ cm. Keď posunieme šošovku k tienidlu, pričom polohu predmetu a tienidla nemeníme, zistíme, že druhý zreteľný obraz predmetu má výšku $h_2 = 4$ cm. Vypočítajte aká je skutočná výška predmetu!
29. Duté zrkadlo s ohniskovou vzdialenosťou 30 cm má vytvoriť obraz predmetu 10-krát zväčšený. Určte polohu predmetu a obrazu.
30. V akej vzdialenosti od dutého zrkadla s ohniskovou vzdialenosťou 12 cm sa musí umiestniť predmet, aby jeho obraz bol polovičný?
31. Duté zrkadlo s ohniskovou vzdialenosťou 20 cm vytvára zdanlivý, dvakrát zväčšený obraz predmetu. V akej vzdialenosti od zrkadla je predmet?
32. Spojná šošovka spôsobuje trojnásobné zväčšenie predmetu. Keď priblížime k nej predmet o 15 cm, vznikne 8 - násobné zväčšenie. Určte ohniskovú vzdialenosť spojnej šošovky.

33. Predmet vysoký 1 cm je umiestnený 8 cm pred rozptylnú šošovku s ohniskovou vzdialenosťou 24 cm. Určite polohu obrazu a jeho zväčšenie!
34. Spojka je 25 cm pred vláknom žiarovky, ktoré je vysoké 5 cm a kolmé na optickú os. Na tienidle sa vytvorí ostrý obraz vlákna. Keď posunieme spojku o ďalších 25 cm bližšie ku tienidlu, objaví sa opäť ostrý obraz. Určite ohniskovú vzdialenosť spojky!
35. Spojka je 25 cm pred vláknom žiarovky, ktoré je vysoké 5 cm a kolmé na optickú os. Na tienidle sa vytvorí ostrý obraz vlákna. Keď posunieme spojku o ďalších 25 cm bližšie ku tienidlu, objaví sa opäť ostrý obraz. Určite vzdialenosť tienidla od vlákna žiarovky!
36. Spojka je 25 cm pred vláknom žiarovky, ktoré je vysoké 5 cm a kolmé na optickú os. Na tienidle sa vytvorí ostrý obraz vlákna. Keď posunieme spojku o ďalších 25 cm bližšie ku tienidlu, objaví sa opäť ostrý obraz. Určite veľkosť obrazov!
37. Určte, v akej vzdialenosti od stredu tenkej rozptylky s ohniskovou vzdialenosťou 30 cm sa nachádza predmet, ak obraz vzniká vo vzdialenosti 15 cm od šošovky. Určte vlastnosti obrazu.
38. Určte, v akej vzdialenosti od stredu tenkej rozptylky s ohniskovou vzdialenosťou 20 cm vzniká 4-krát zmenšený obraz predmetu.
39. Tenká ploskodutá šošovka je ponorená vo vodorovnej polohe do vody stranou nadol tak, že priestor pod ňou je vyplnený vzduchom. Celková optická mohutnosť tejto optickej sústavy je $\varphi = -2,6 D$. Určte polome krivosti šošovky.
40. Dokážte, že najmenšia vzdialenosť medzi predmetom a jemu prislúchajúcim obrazom pri spojenej šošovke s ohniskovou vzdialenosťou f je $h = 4f$.
41. Zdroj svetla je vo vzdialenosti L od tienidla. Túto vzdialenosť nemeníme. Vypočítajte, do akej vzdialenosti od zdroja treba umiestniť tenkú spojnú šošovku s ohniskovou vzdialenosťou f , aby sa na tienidle vytvoril reálny obraz zdroja. Vyslovte podmienku, kedy je to možné.
42. Sklenená tyč s indexom lomu $n = 1,5$ je na oboch koncoch ohraničená guľovými plochami s rovnakými polomerami r_0 . Dĺžka tyče je $3r_0$. Vypočítajte, v akej vzdialenosti od vrcholu zadnej guľovej plochy sa vytvorí obraz bodového zdroja, nachádzajúceho sa na optickej osi vo vzdialenosti r_0 pred prednou guľovou plochou.
43. Zistite, aká má byť hrúbka sklenenej dvojpuklej šošovky, aby sa vo vzduchu správala ako rozptylka. Polomery guľových plôch ohraničujúcich šošovku sú $r_1 = r_2 = 1 \text{ cm}$.
44. Na duté zrkadlo s polomerom krivosti 40 cm dopadajú svetelné lúče vychádzajúce z bodového zdroja umiestneného na optickej osi zrkadla 30 cm od vrcholu zrkadla. Do akej vzdialenosti pred duté zrkadlo je potrebné umiestniť rovinné zrkadlo, aby lúče odrazené od dutého a rovinného zrkadla smerovali späť do bodového zdroja svetla?
45. Centrovaná optická sústava sa skladá z dvoch tenkých šošoviek s optickými mohutnosťami $\varphi_1 = 2 D$ a $\varphi_2 = 5 D$, vzdialených od seba o $d = 10 \text{ cm}$. Vypočítajte, v akej vzdialenosti od stredu prvej šošovky sa nachádza obrazové ohnisko tejto sústavy.

Vlnové vlastnosti svetla

46. Aká je vlnová dĺžka použitého svetla pri Youngovom pokuse, keď vzdialenosť štrbín, z ktorých vychádzajú koherentné interferujúce lúče, je $d = 0,6 \text{ mm}$ a interferenčné pásy na tienidle vzdialenom od štrbín $R = 1 \text{ m}$, sú od seba vzdialené 1 mm ?
 $[\lambda = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mm}]$

47. Na ohybovú mriežku, ktorá má na 1 mm 100 vrypov, dopadá kolmo rovnobežný zväzok červeného svetla ($\lambda = 700 \text{ nm}$). V akej vzdialenosti od seba budú prvý a tretí svetlý pásik na tienidle postavenom vo vzdialenosti $l = 1 \text{ m}$ od mriežky?

[$d=14\text{cm}$]

48. Určte najvyšší rád spektra, v ktorom ešte možno pozorovať červenú čiaru s $\lambda = 700 \text{ nm}$ pomocou optickej mriežky, ktorá má na 1 mm 300 vrypov!

[$k=4$]

49. Dokážte, že spektra 2. a 3. rádu optickej mriežky sa prekrývajú! Koniec spektra 2. rádu tvorí červená čiar ($\lambda = 700 \text{ nm}$) a začiatok spektra 3. rádu fialová čiar ($\lambda = 400 \text{ nm}$).

50. Na mriežku, ktorá má na 1 mm 100 vrypov, dopadá kolmo biele svetlo. Vypočítajte, v akej vzdialenosti od seba na tienidle umiestnenom vo vzdialenosti 30 cm od mriežky je:

a) červená ($\lambda = 760 \text{ nm}$) a fialová ($\lambda = 400 \text{ nm}$) farba v spektre 2. rádu,

b) koniec spektra 1. rádu a začiatok spektra 2. rádu!

[a) $d=2,22\text{cm}$, b) $y_1=2,3\text{cm}$, $y_2=2,4\text{cm}$]

51. Optická mriežka má na 1 mm 10^3 vrypov. Koľko maxím sa vytvorí vo fialovom svetle ($\lambda_f = 400 \text{ nm}$)?

[$k=2$]

52. Na optickú mriežku, ktorá má na 1 mm 310 vrypov, dopadá kolmo biele svetlo a na tienidle sa vytvorí farebný ohybový obraz. Určte uhlovú odchýlku zelenej čiary ($\lambda = 540 \text{ nm}$), ktorá sa prekrýva s fialovou čiarou ($\lambda = 405 \text{ nm}$) zo spektra najbližšieho vyššieho rádu!

[$\alpha=30^\circ$]

53. Mydlinová rovinná blana má pri pozorovaní v odrazenom svetle jasne zelenú farbu. Svetelné lúče vstupujú do oka pod uhlom $\alpha=35^\circ$ (uhol meriame od normály). Vypočítajte, aká je hrúbka blany a akú farbu bude mať, keď uhol $\alpha=0^\circ$. Index lomu mydlinovej blany $n=1,33$, vlnová dĺžka zeleného svetla $\lambda_z=500 \text{ nm}$.

[$d=1,04 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, $\lambda = 553,3 \text{ nm}$ (žltozelená farba)]

54. V experimente s Newtonovými sklami je polomer krivosti šošovky 5 m a jej priemer je 20 mm.

Predpokladajme, že použijeme svetlo s vlnovou dĺžkou 589 nm.

a) Koľko svetlých krúžkov vznikne?

b) Koľko svetlých krúžkov by vzniklo, keby zariadenie bolo ponorené do vody s indexom lomu 1,33?

55. Vypočítajte veľkosť časovej strednej hodnoty Poyntingovho vektora rovinatej harmonickej vlny vo vákuu s využitím goniometrických funkcií.

56. Rovinná vlna je daná vzťahmi $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r} + \varphi_0)$ a $\vec{B} = \frac{\vec{k} \times \vec{E}_0}{\omega} \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r} + \varphi_0)$.

Vypočítajte:

a, objemovú hustotu energie elektrického poľa w_E a jej časovú strednú hodnotu $\langle w_E \rangle$.

b, objemovú hustotu energie magnetického poľa w_M a jej časovú strednú hodnotu $\langle w_M \rangle$.

c, pomer hodnôt $\langle w_E \rangle / \langle w_M \rangle$.

d, rýchlosť šírenia energie v .

Žiarenie čierneho telesa

57. Na 1 cm^2 zemského povrchu dopadá zo Slnka $8,12 \text{ J}$ energie za minútu. Vypočítajte, aká je povrchová teplota Slnka za predpokladu, že Slnko žiari ako absolútne čierne teleso. Vzdialenosť Slnka od Zeme je $d = 149,5 \cdot 10^6 \text{ km}$ a polomer Slnka je $R = 695550 \text{ km}$.

58. Vypočítajte, aký prúd by mal prechádzať kovovým vláknom priemeru $d = 0,1 \text{ mm}$, ktoré je vo vyčerpanej banke, aby sa teplota udržiavala na hodnote $T = 2500 \text{ K}$. Predpokladáme, že vlákno vyžaruje energiu ako absolútne čierne teleso. Tepelné straty spojené s vedením tepla zanedbajte. Merný elektrický odpor vlákna je $\sigma = 2,5 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ cm}$.

59. Absolútne čierne teleso má teplotou a, 10^6 K a b, 10^3 K . Vypočítajte, na ktorú vlnovú dĺžku v spektre žiarenia tohto telesa pripadá najviac energie?
[a, $2,89 \text{ nm}$, b, 2890 nm]

60. Teleso zohriate na teplotu 2500 K necháme postupne chladnúť. Vlnová dĺžka svetla, na ktorú pripadá relatívne najviac energie v spektre žiarenia tohto telesa sa pritom zmení o $0,8 \mu\text{m}$. Vypočítajte na akú teplotu sa teleso ochladilo, ak predpokladáme, že žiari ako absolútne čierne teleso.

61. Do čiernej tenkostennej nádoby tvaru kocky sme naliali 1 kg vody s teplotou 50°C a voda vyplnila celý objem nádoby. Vypočítajte, za aký čas sa voda ochladí na teplotu 10°C , keď je umiestnená čiernej dutine, ktorej steny majú teplotu blízku absolútnej nule.