Príklady na domáce úlohy 2008

Séria 1

1. Overte, že lúč svetla, ktorý dopadá na povrch rovnej sklenenej vrstvy s hrúbkou t vyjde na opačnej strane tejto dosky rovnobežne so svojím pôvodným smerom, ale je posunutý ako je vidieť na obr. 1. Ukážte, že pre malé uhly dopadu θ je posunutie dané výrazom

$$x = t\,\theta \frac{n-1}{n} \tag{1}$$

kde n je index lomu svetla v skle a uhol θ je vyjadrený v radiánoch.

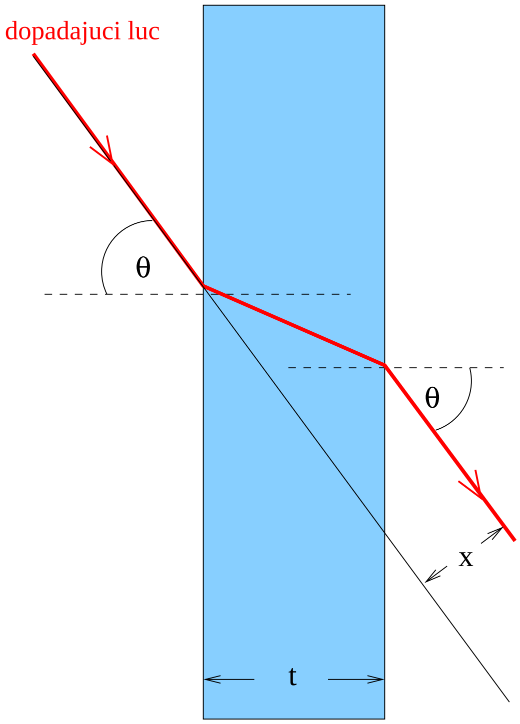

Figure 1:

2. Lúč bieleho svetla dopadá pod uhlom 35° na plochu hranolu z taveného kremeňa. Hranol má prierez rovnostranného trojuholníka. Nakreslite, ako prechádza svetlo cez hranol pre lúče a) modrého, b) žltozeleného a c) červeného svetla.

3. Na obr. 2 dopadá lúč na plochu trojbokého skleneného hranola vo vzduchu. Uhol dopadu θ je zvolený tak, že vychádzajúci lúč zviera ten istý uhol θ s normálou protiľahlej plochy. Ukážte, že index lomu n skla je daný výrazom

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\psi + \varphi)}{\sin \frac{1}{2}\varphi}, \tag{2}$$

kde φ je vrcholový uhol hranola a ψ je *deviačný uhol*, t.j. celkový uhol, o ktorý sa lúč pri prechode cez hranol odchýlil. (Za týchto podmienok má deviačný uhol najmenšiu možnú hodnotu, ktorá sa nazýva *uhol minimálnej deviácie*.)

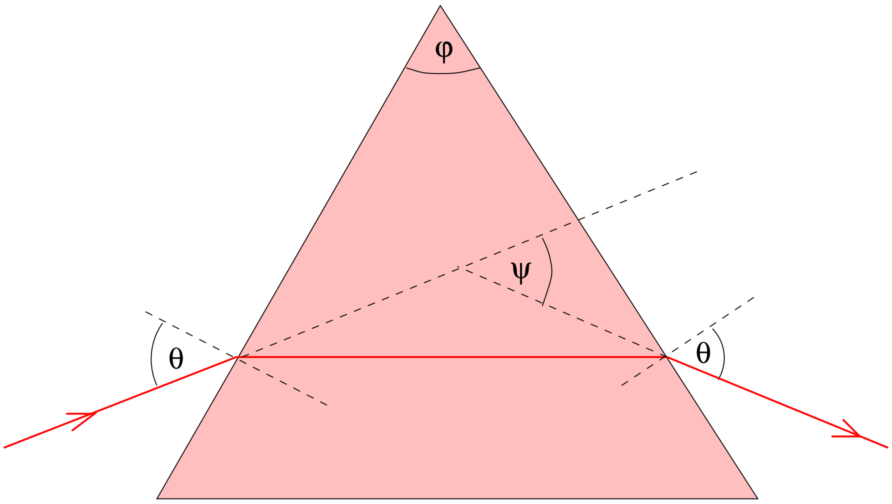

Figure 2:

4. Bodový zdroj svetla je ponorený 80 cm pod hladinou vody. Nájdite priemer kruhu na povrchu, v ktorom svetlo vystupuje z vody.

5. Akú indukčnosť by musela mať cievka pripojená ku kondenzátoru s kapacitou 17 pF, aby sa generovala elektromagnetická vlna s vlnovou dĺžkou 550 nm (t.j. viditeľné žiarenie) ? Komentujte svoju odpoveď !

6. Rovinná elektromagnetická vlna s vlnovou dĺžkou 3 m prechádza cez vákuum v smere kladnej osi x a jej intenzita $\vec{E}$ s amplitúdou 300 Vm^{-1} má smer osi y. a) Aká je frekvencia vlny ? b) Aký je smer a veľkosť magnetickej zložky tejto vlny ? c) Ak $E = E_m \sin(kx - \omega t)$, aké sú hodnoty k a ω ?d) Aká je stredná časová hodnota toku energie vo Wm^{-2} spojeného s touto vlnou ? e) Ak vlna dopadá na dokonale pohlcujúci hárok papiera s plochou 2 m^2, akú hybnosť mu odovzdá a aký tlak naň vyvinie žiarenie ?

7. Lietadlo, ktoré letí vo vzdialenosti 10 km od rádiového vysielača zachytáva signál 10 $\mu\,\mathrm{Wm}^{-2}$. Vypočítajte amplitúdu a) elektrickej intenzity, b) magnetickej indukcie tohoto signálu v lietadle a c) celkový výkon vysielača za predpokladu, že vysiela rovnomerne do všetkých strán.

8. Chceme otočiť smer polarizácie lúča polarizovaného svetla o 90° tým, že ho necháme prechádzať cez jednu alebo niekoľko polarizačných doštičiek. a) Aký je minimálny počet potrebných doštičiek ? b) Aký je minimálny počet doštičiek, ak má byť intenzita prejdeného svetla väčšia ako 60 % pôvodnej intenzity ?

9. Svetlo sa šíri z bodu A do bodu B odrazom na rovinnom zrkadle v bode O. Ukážte bez výpočtu, že dĺžka AOB je minimálna, ak je uhol dopadu θ rovný uhlu odrazu φ. (Tip: zoberte do úvahy polohu zrkadlového virtuálneho obrazu bodu A).

10. Vyduté zrkadlo používané pri holení má polomer krivosti 35 cm. Je umiestnené tak, že (neprevrátený) obraz tváre je $2,5$ krát zväčšený. Ako ďaleko je tvár od zrkadla ?

11. Na obr. 3 je predmet umiestnený pred spojkou vo vzdialenosti rovnej dvojnásobku jej ohniskovej vzdialenosti f_1. Na druhej strane šošovky je vyduté zrkadlo s ohniskovou vzdialenosťou f_2; vzdialenosť zrkadla od šošovky je $2(f_1 + f_2)$. a) Určite polohu, typ, orientáciu a priečne zväčšenie výsledného obrazu, ktorý pozorujeme okom, ak sa dívame cez šošovku smerom k zrkadlu tesne okolo predmetu. b) Nakreslite lúčový diagram na určenie polohy obrazu.

12. Spojka s ohniskovou vzdialenosťou +20 cm je umiestnená 10 cm vľavo od rozptylky s

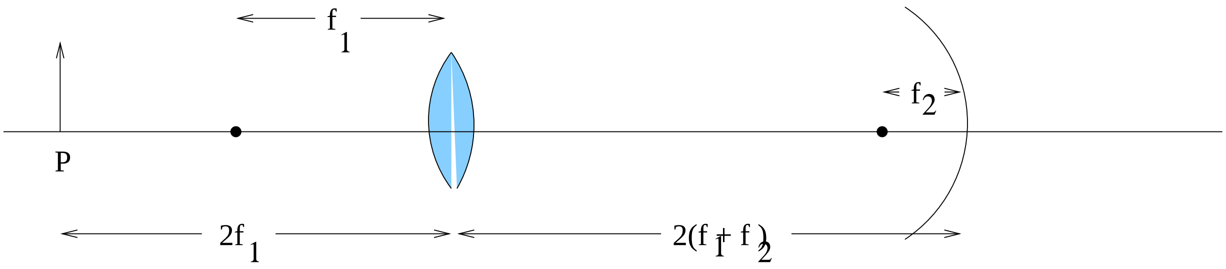

Figure 3:

ohniskovou vzdialenosťou -15 cm. Ak je predmet umiestnený 40 cm naľavo od spojky, určite polohu a vlastnosti konečného obrazu vytvoreného rozptylkou.

Séria 2

1. Nájdite výslednú vlnu $E(t)$ superpozíciou nasledovných vĺn (nie fázormi, na to je Pr. 5):

$$\begin{aligned} E_1 &= E_0 \sin \omega t \\ E_2 &= E_0 \sin(\omega t + 60^\circ) \\ E_3 &= E_0 \sin(\omega t - 30^\circ) \end{aligned} \tag{3}$$

2. Predpokladajte, že pri Youngovom experimente je použité modrozelené svetlo s $\lambda = 500$ nm. Vzdialenosť stredov štrbín je 1.20 mm a tienidlo je vo vzdialenosti 5.40 m od štrbín. Aká je vzdialenosť svetlých prúžkov ?

3. Na obr. 4 sú rovnaké zdroje vĺn A a B, ktoré sú vo fáze a majú rovnakú vlnovú dĺžku λ. Vzdialenosť medzi zdrojmi je $d = 3.0\lambda$. Nájdite na osi x najväčšiu vzdialenosť od zdroja A, pre ktorú nastáva deštruktívna interferencia. Vyjadrite túto vzdialenosť vo vlnových dĺžkach.

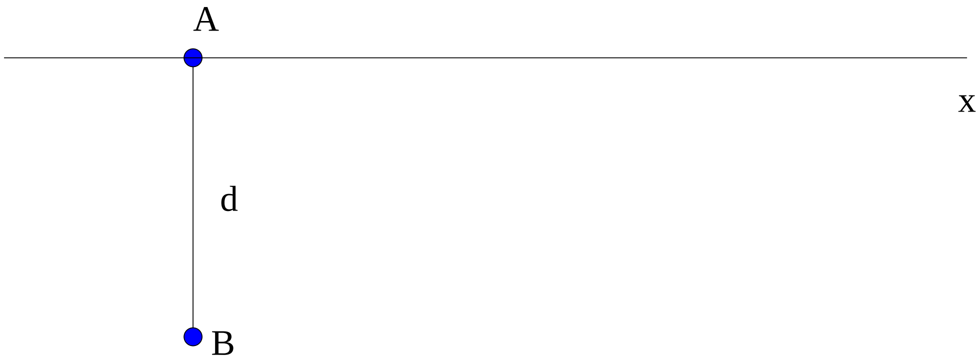

Figure 4:

4. Tenkú šupinku sľudy ($n = 1.58$) použijeme na prekrytie jednej štrbiny v dvojštrbinovom usporiadaní. Stredový prúžok sa posunie do miesta, ktoré predtým patrilo siedmemu vedľajšiemu

svetlému prúžku ($m = 7$). Aká je hrúbka sľudy, ak $\lambda = 550$ nm ? (Tip: uvažujte vlnovú dĺžku v sľude.)

5. Metódou fázorov sčítajte nasledujúce veličiny:

$$\begin{aligned} y_1 &= 10 \sin \omega t \\ y_2 &= 15 \sin (\omega t + 30°) \\ y_3 &= 5 \sin (\omega t - 45°) \end{aligned} \tag{4}$$

6. Svetlo s vlnovou dĺžkou 624 nm dopadá na mydlovú blanu ($n = 1.33$) vo vzduchu. Pre ktoré dve najmenšie hrúbky tejto blany nastane pri odraze konštruktívna interferencia ?

7. Ak zdvojnásobíte šírku štrbiny, narastie intenzita centrálneho maxima difrakčného obrazca štyrikrát, aj keď intenzita, ktorá prechádza štrbinou je iba dvojnásobná. Vysvetlite to kvantitatívne.

8. Superman dokáže vidieť pomocou RTG žiarenia s vlnovou dĺžkou 0.10 nm. Jeho zrenica má priemer 4.0 mm. Z akej maximálnej výšky dokáže rozoznať darebákov od hrdinov za predpokladu, že na to potrebuje rozlíšiť body, ktoré sú od seba vzdialené 5.0 cm?

9. Centrálna difrakčná obálka difrakčného obrazca od dvojštrbiny obsahuje 11 svetlých prúžkov a prvé difrakčné minimá eliminujú svetlé prúžky (t.j. koincidujú s nimi). Koľko svetlých prúžkov je medzi prvým a druhým minimom difrakčnej obálky ?

10. Odvoďte tento výraz pre intenzitu v difrakčnom obrazci od mriežky tvorenej tromi štrbinami:

$$I = \frac{1}{9} I_{max} (1 + 4 \cos \varphi + 4 \cos^2 \varphi) \tag{5}$$

kde $\varphi = (2\pi d \sin \theta)/\lambda$. Predpokladajte, že a (šírka štrbiny) je oveľa menšie ako λ. Inšpirujte sa odvodením zodpovedajúceho výrazu pre dvojštrbinu:

$$I = I_{max} \cos^2 \frac{\varphi}{2}. \tag{6}$$