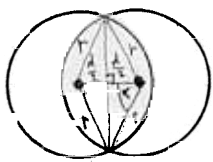


1. Svetlobni žarek vpada pod kotom  $\theta = 45^\circ$  na debelo stekleno ploščo ( $n=1.5$ ) in se v plošči večkrat odbije od obeh ploskev. Določite število odbojev  $N$ , ko lahko vse naslednje odboje zanemarimo, ker so šibkješi kot  $a = -40\text{dB}$  od moči vpadnega žarka.

$\sin \theta_r = \cos \theta_v = \frac{1}{\sqrt{2}}$   
 $\Gamma_{TE} = \frac{\cos \theta_v - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_v}}{\cos \theta_v + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_v}} = -0.303$   
 $\Gamma_{TM} = \frac{n^2 \cos \theta_v - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_v}}{n^2 \cos \theta_v + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_v}} = 0.092$   
 $\Gamma_{TE} = -\Gamma_{TE} = 0.303$ ;  $\Gamma_{TM} = -\Gamma_{TM} = -0.092$   
 $a_{TE} = 10 \log(1 - |\Gamma_{TE}|^2) = -0.419\text{dB}$   
 $a_{TM} = 10 \log(1 - |\Gamma_{TM}|^2) = -0.039\text{dB}$   
 $a_{TE} = 10 \log |\Gamma_{TE}|^2 = -10.361\text{dB}$   
 $a_{TM} = 10 \log |\Gamma_{TM}|^2 = -20.723\text{dB}$   
 $N_{TE} = 4 \text{ odboje}$ ;  $N_{TM} = 2 \text{ odboja}$

2. Izračunajte slabljenje spoja  $a = ?$  (v decibelih) dveh enakih mnogorodovnih optičnih vlaken s premerom jedra  $2r = 50\mu\text{m}$  in numerično aperturo  $NA = 0.2$ ! Pri spajanju vlaken pride do prečnega premika  $d = 20\mu\text{m}$ , prispevek slabljenja ostalih pojavov pa je zanemarljiv. Pri izračunu slabljenja upoštevamo, da se po vlaknu širi množica rodov in je svetlobna moč enakomerno porazdeljena med posameznimi rodovi.



$a = 10 \log \frac{A_2}{A_1} = 10 \log \frac{991 \mu\text{m}^2}{1963 \mu\text{m}^2} = -2.97\text{dB}$   
 $A_1 = \pi r^2 = 1963 \mu\text{m}^2$   $\alpha = \arccos \frac{d/2}{r} = 66.422^\circ = 1.159\text{rad}$   
 $A_2 = 2 \left( \alpha r^2 - \frac{d}{2} \sqrt{r^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2} \right) = 2 \left( 729.5 \mu\text{m}^2 - 229 \mu\text{m}^2 \right) = 991 \mu\text{m}^2$

3. Določite izkoristek  $\eta = ?$  svetleče diode, ki daje izhodno svetlobno moč  $P_o = 100\mu\text{W}$  na povprečni valovni dolžini  $\lambda = 900\text{nm}$ ! Diodo krmilimo s tokom  $I = 30\text{mA}$ , glavnino padca napetosti dobimo na PN spoju, ostale padce lahko zanemarimo. ( $c = 3E+8\text{m/s}$ ,  $h = 6.624E-34\text{Js}$ )

$P_e = UI = \frac{W}{|q_e|} I = \frac{hf}{|q_e|} I = \frac{hcI}{\lambda |q_e|} = \frac{6.624 \cdot 10^{-34} \text{Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{m/s} \cdot 30 \cdot 10^{-3} \text{A}}{0.9 \cdot 10^{-6} \text{m} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{As}} = 41.4 \text{mW}$

$\eta = \frac{P_o}{P_e} = \frac{0.1 \text{mW}}{41.4 \text{mW}} = 0.242\%$

4. Določite optično moč  $P_o = ?$  (v dBm) na vhodu transpimedančnega sprejemnika ( $R_t = 10\text{kohm}$ ), če dobimo na izhodu modula napetost  $U = 100\text{mV}$ ! Kvantni izkoristek PIN fotodiode znaša  $\eta = 0.7$  na valovni dolžini  $\lambda = 1.3\mu\text{m}$  (v praznem prostoru). ( $c = 3E+8\text{m/s}$ ,  $h = 6.624E-34\text{Js}$ ,  $q_e = -1.6E-19\text{As}$ )

$I = \frac{U}{R_t} = \frac{0.1\text{V}}{10000\Omega} = 10\mu\text{A}$ ;  $W = hf = \frac{hc}{\lambda}$ ;  $I = |q_e| \frac{dN_e}{dt}$ ;  $N_e = \eta N_f$

$P_o = W \frac{dN}{dt} = W \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \frac{dN_e}{dt} = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{1}{\eta} \cdot I = \frac{6.624 \cdot 10^{-34} \text{Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{m/s} \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{A}}{1.3 \cdot 10^{-6} \text{m} \cdot 0.7 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{As}} = 13.65 \mu\text{W} = -18.6\text{dBm}$

5. Optična zveza ima zmogljivost  $C_1 = 155\text{Mbit/s}$  in domet  $d_1 = 100\text{km}$ , ki ga določa toplotni šum električnega ojačevalnika za fotodiodo v sprejemniku. Izračunajte domet zveze  $d_2 = ?$  z istim oddajnikom in sprejemnikom, če zmogljivost povečamo na  $C_2 = 622\text{Mbit/s}$ ! Toplotni šum sprejemnika je premosorazmeren pasovni širini, ostale omejitve dometa zanemarimo ter slabljenje vlakna znaša v povprečju  $a = 0.35\text{dB/km}$ .

$\Delta a_e = 10 \log \frac{P_{N2}}{P_{N1}} = 10 \log \frac{C_2}{C_1} = 6.035\text{dB}$   $\Delta a_o = \frac{1}{2} \Delta a_e = 3.017\text{dB}$  ker ne spreminjamo bremenskega upora fotodiode  
 $\Delta l = \frac{\Delta a_o}{a} = \frac{3.017\text{dB}}{0.35\text{dB/km}} = 8.621\text{km}$   $d_2 = d_1 - \Delta l = 91.4\text{km}$