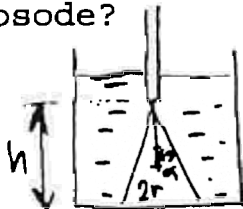


1. Mnogorodovno optično vlakno z numerično aperturo $NA=0.18$ je na enem koncu priključeno na svetlobni izvor, na drugem koncu pa ga potopimo v tekočino z lomnim količnikom $n=1.3$. Kolikšen je premer $2r=?$ svetle lise na dnu posode s tekočino, če se potopljeni konec vlakna nahaja na višini $h=10\text{cm}$ nad dnom posode?



prazen prostor: $\sin \alpha' = NA$
 lom v tekočino: $\sin \alpha = \frac{\sin \alpha'}{n} = \frac{NA}{n} = \frac{0.18}{1.3} = 0.138$
 $2r = 2h \tan \alpha = 2 \cdot 10 \text{cm} \cdot \frac{0.138}{\sqrt{1-0.138^2}} = 2.8 \text{cm}$

2. Optični signal se širi po $l=6\text{cm}$ dolgem planarnem valovodu v kristalu iz LiNbO_3 , ki je močno dvolomen: za hitrejšo polarizacijo znaša lomni količnik $n'=2.05$, za počasnejšo polarizacijo pa $n''=2.2$. Izračunajte vrednost polarizacijske disperzije $\Delta t=?$, ki jo vnaša takšen valovod pri osrednji valovni dolžini svetlobe $\lambda=1.55\mu\text{m}$ v praznem prostoru!

$t' = \frac{l}{c'} = \frac{ln'}{c_0}$ $\Delta t = t'' - t' = \frac{l}{c_0} (n'' - n') = \frac{6 \cdot 10^{-2} \text{m}}{3 \cdot 10^8 \text{m/s}} (2.2 - 2.05) = 3 \cdot 10^{-11} \text{s} = 30 \text{ps}$
 $t'' = \frac{l}{c''} = \frac{ln''}{c_0}$

3. Pri sobni temperaturi $T=25\text{C}$ in toku $I=22\text{mA}$ daje polprevodniški laser nazivno izhodno moč $P=4\text{mW}$. Izhodna moč laserja pade na zelo majhno vrednost pri temperaturi $T'=65\text{C}$ pri nespremenjenem krmilnem toku. Pri kateri temperaturi laserja $T''=?$ dobimo z istim tokom izhodno moč $P''=5\text{mW}$?

$P \approx k(I - I_p(T))$
 $I_p(T) \approx aT + b$
 $P \approx k(I - aT - b) = kI - b - kaT = \alpha - \beta T$
 $P = 4 \text{mW} = \alpha - \beta \cdot 25\text{C}$
 $P' = 0 \text{mW} = \alpha - \beta \cdot 65\text{C}$
 $\beta = 0.1 \text{mW/C}$
 $\alpha = 6.5 \text{mW}$
 $P'' = 5 \text{mW} = 6.5 \text{mW} - 0.1 \text{mW/C} \cdot T'' \rightarrow T'' = 15\text{C}$

4. Optični PIN-FET sprejemniški modul vsebuje električni ojačevalnik s šumno temperaturo $T=300\text{K}$. Skupna kapacitivnost fotodiode in vhoda ojačevalnika znaša $C=2\text{pF}$. Določite število fotonov $N=?$, potrebnih za prenos logične enice pri valovni dolžini $\lambda=1.55\mu\text{m}$, če zahtevamo razmerje $P_{\text{enice}}/P_{\text{šuma}}=30$ na električnem izhodu sprejemnika in znaša kvantni izkoristek PIN fotodiode $\eta=0.7$. ($h=6.624\text{E-34Js}$, $k_B=1.38\text{E-23J/K}$, $q_e=-1.6\text{E-19As}$, $c=3\text{E+8m/s}$)

$U_{\text{šuma}} \approx \sqrt{\frac{k_B T}{2RC}} = 18 \mu\text{V}$; $U_{\text{enice}} = U_{\text{šuma}} \sqrt{\frac{P_{\text{enice}}}{P_{\text{šuma}}}} = 99 \mu\text{V}$

$U_{\text{enice}} \approx \frac{Nq_e |Q_e|}{C} \rightarrow N = \frac{U_{\text{enice}} C}{q_e |Q_e|} = 1775$

5. Erbijevo vlakenski optični ojačevalnik črpamo s svetlobo valovne dolžine $\lambda=980\text{nm}$ do popolne inverzne naseljenosti energijskih nivojev. Brez vhodnega signala daje ojačevalnik svetlobno moč spontanega sevanja $P=15\text{mW}$ v pasu okoli $\lambda=1550\text{nm}$. Izračunajte število erbijevih ionov $N=?$ v ojačevalnem vlaknu, če spontano sevanje preneha $t=10\text{ms}$ po izklopu črpalke! ($c=3\text{E+8m/s}$, $h=6.624\text{E-34Js}$)

$W = P \cdot t = N \cdot h \cdot f = N \cdot \frac{hc_0}{\lambda} \rightarrow N = \frac{Pt \lambda}{hc_0} = \frac{15 \cdot 10^{-3} \text{W} \cdot 10^{-2} \text{s} \cdot 1550 \cdot 10^{-9} \text{m}}{6.624 \cdot 10^{-34} \text{Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{m/s}} = 1.17 \cdot 10^{15}$