

1. Odvoďte přibližný vztah mezi počtem módů vedených vícemodovým optickým vláknem (N), prostorovým úhlem Ω , ze kterého toto optické vlákno sbírá světlo do vedených módů, a prostorovým úhlem Ω_1 , ze kterého by sbíralo světlo jednomodové vlákno se stejným poloměrem jádra.

Pro prostorový úhel Ω vymezený rotačním kuželem s vrcholovým úhlem 2α platí $\Omega = 4\pi \sin^2(\alpha/2)$. Použijte aproximaci malých úhlů $\alpha \ll 1$, např. $\sin(\alpha/2) \approx \frac{\sin \alpha}{2}$.

2. Dokažte, že řešení elektrického pole v optickém vlákne odvozené pro aproximaci lineárně polarizovaného záření je na hranici jádra a pláště nejenom spojitě, ale i hladké.

3. Mějme křemenné jednomodové SI vlákno, do kterého svítíme obyčejnou červenou LED s vlnovou délkou 650 nm a spektrální šířkou 20 nm. Záření diody modulujeme vně diody rychlostí 1 Gbit/s. Na jakou maximální vzdálenost můžeme touto rychlostí data vláknem posílat? Ve viditelné oblasti je vlnododová disperze tohoto vlákna zanedbatelná.

4. Anizotropní, opticky aktivní i magnetooptická prostředí se dají používat ke stáčení roviny lineárně polarizovaného světla. Čím se průchod světla těmito třemi typy prostředí liší? Jaký bude stav původně lineárně polarizovaného světla, když v daných prostředích získaly obě vlastní polarizace fázový posun $\pi/2$?

5. Představme si dvouosý anizotropní krystal popsany indexovým elipsoidem s poloosami délek $n_1 < n_2 < n_3$.

- Jaký je směr optických os krystalu?
- Jaký je tvar průniku k -plochy s rovinou, v níž leží dvě z hlavních os krystalu?

6. Představme si destičku z dvouosého materiálu s jednou optickou osou orientovanou kolmo na povrch destičky. Co se stane s paprskem procházejícím destičkou, který na ni dopadl kolmo?

7. KDP je jednoosý anizotropní nelineární krystal s řádným a mimořádným indexem lomu

pro vlnovou délku 600 nm: $n_o(600 \text{ nm}) = 1,509$, $n_e(600 \text{ nm}) = 1,468$

a pro vlnovou délku 1 200 nm: $n_o(1,2 \mu\text{m}) = 1,490$, $n_e(1,2 \mu\text{m}) = 1,459$.

Jakým směrem a s jakou polarizací musí krystalem procházet svazek infračerveného záření (1 200 nm), aby v krystavu efektivně vznikalo oranžové světlo s vlnovou délkou 600 nm? Jakou polarizaci bude mít oranžové světlo? Stačí grafické odvození.

8. Do nelineárního krystalu vstupují tři vlny s frekvencemi a vlnovými vektory splňujícími podmínky $\omega_1 + \omega_2 = \omega_3$ a $\vec{k}_1 + \vec{k}_2 = \vec{k}_3$. Vlny s frekvencemi ω_1 a ω_3 jsou podobně intenzivní, vlna s frekvencí ω_2 je mnohonásobně silnější. Bude se zesilovat vlna s frekvencí ω_1 nebo ω_3 ?

9. Cirkulární dichroismus je jev, při kterém látka různě absorbuje pravo- a levotočivě polarizované světlo, což se využívá v tzv. CD spektroskopii. CD spektrometr může být jednoduše složen ze zdroje světla, fotonásobiče, monochromátoru, vzorku, jednoho lineárního polarizátoru a fotoelastického (příp. elektrooptického – Pockelsova) modulátoru, který slouží jako říditelná fázová destička. Navrhněte uspořádání těchto komponent v CD spektrometru a vysvětlete, jak by tento Váš spektrometr fungoval.

10. Akustooptický deflektor je vyrobený z flintového skla s indexem lomu 1,6 a rychlostí zvuku 3,1 km/s. Frekvenci akustických vln v deflektoru můžeme měnit v rozmezí 40–60 MHz. Do deflektoru svítíme červeným He-Ne laserem, jehož svazek má průměr 1 cm. Spočítejte úhel, o který se světlo odchýlí od původního směru, a počet rozlišitelných stop, které deflektor zvládne vyrobit. (Každý prostorově omezený svazek je přirozeně divergentní, proto se dvě stopy deflektoru musí lišit alespoň o úhel popisující divergenci svazku, aby byly rozlišitelné.)

11. Schopnost materiálu magnetoopticky stáčet rovinu polarizovaného světla se vyjadřuje tzv. Verdetovou konstantou

$$V = \frac{\alpha}{BL},$$

kde α je úhel stočení polarizace na dráze L v materiálu vystavenému magnetickému poli s indukcí B . Vztah mezi elektrickou intenzitou a indukcí můžeme v magnetooptickém prostředí popsat vztahem

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \vec{E} + i \varepsilon_0 \gamma \vec{B} \times \vec{E}.$$

Najděte vztah mezi konstantami γ a V . (Využijte předpoklad $\gamma B \ll \sqrt{\varepsilon_r}$.)

12. Odvoďte zisk lavinové fotodiody za předpokladu, že v oblasti násobení je přibližně homogenní elektrické pole a že ionizační koeficienty elektronů a děr jsou shodné. Proč takovýto materiál se shodnými ionizačními koeficienty nebývá pro konstrukci lavinových fotodiód vhodný?