

- 1) a) Selitä, mitä tarkoittavat materiaali- ja aaltojohdedispersio valokuiduissa. (3p). b) Miksi ja kuinka on mahdollista tehdä pääasiassa kvartsimateriaaliin perustuva yksimuotokuitu, jossa dispersion nollakohta on siirretty 1550 nm kohdalle? (3p)
- 2) a) Miten ja miksi pulssitetun laserin ja valokuidun avulla voidaan saada aikaan hyvin leveää (yli 400 nm) spektri (supercontinuum)? (3p) b) Millaisella kuiturakenteella saadaan aikaan aallonpituudesta riippumaton (endlessly singlemode) yksimuototoiminta kuidussa? (3p)
- 3) a) Miksi kuitulaserin kuidun kuorta (cladding) ei yleensä kannata tehdä ympyräsymmetriseksi? (2p) b) Piirrä myötäsuuntaan pumpatun yksipumppuisen EDFA:n periaatteellinen rakenne. Identifioi käytetyt komponentit kuvaan (4p).
- 4) a) Miten L-kaistan EDFA poikkeaa rakenteeltaan tavallisesta C-kaistan EDFAsta? (2p) b) Mihin käytetään AWG komponenttia? (2p) c) Mitä hyötyä kvanttiteleportaatiosta olisi kvanttitetokoneen toiminnalle? (2p)
- 5) a) Aallonpituudella  $\lambda_0=820$  nm kuidun absorptiovaimennus on 0.25 dB/km ja sirontavaimennus 2.25 dB/km. Jos kuitua käytetään sen sijaan aallonpituudella  $\lambda_0=600$  nm, absorptiosta syntyvän lämmön kalorimetrinen mittaus antaa absorptiovaimennukseksi 2 dB/km. Arvioi kokonaisvaimennus aallonpituudella  $\lambda_0=600$  nm. (4p)  
b) Mikä on yksimuotovalokuidun teoreettinen siirtokapasiteetti C-kaistalla (1530nm-1560nm) (bit/s), jos oletetaan, että spektraalinen hyötysuhde = (bittinopeus)/(kanavaväli) = 0.1 (bit/s)/Hz ? Montako samanaikaista puhelua (64 kbit/s per puhelu) tälle kaistalle mahtuisi? (2p)
- 6) Johda valon taittumista kahden eri väliaineen rajapinnassa kuvaava Snellin laki

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

käyttäen sädeoptista Fermatin periaatetta. (6p)

**Vakioita**

$$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$V = 2.405$$