

**Huom!** Vastaa vain viiteen kysymykseen. Jos vastattu useampiin, parhaiden pisteet pois!!!!!!!!!!!!!!!

1. Askeltaitekertoimisessa monimuotokuidussa, jonka vaipan taitekerroin on 1.480 ja ytimen halkaisija 120  $\mu\text{m}$ , moodien lukumäärä aallonpituudella  $\lambda = 1320 \text{ nm}$  on 2298. Mikä on kuidun ytimen taitekerroin?
2. Lähettimestä kuituun saadaan johdettua optinen teho 18 dBm. Kuidun pituus on 120 km. Vastaanottopäässä vaadittava minimiteho on 80 nW. Paljonko kuidun vaimennus kilometriä kohti voi korkeintaan olla?
3. Mikä voi maksimissaan olla ilman sisäistä ja ulkoista vahvistusta olevan fotodetektorin vaste aallonpituudella 750 nm?
4. PIN-fotodiodissa halutaan fotonien absorptioon tapahtuvan itseispuolijohtavassa I-kerroksessa. Piistä valmistetun PIN-fotodiodin I-kerroksen paksuus on 50 mikrometriä ja sitä valon tulosuuntaan edeltävän piikerroksen paksuus 5 mikrometriä. Kuinka suuri osa tulevasta fotoneista absorboituu I-kerroksessa, kun piin absorptiokerroin käytetyllä aallonpituudella on  $1 \cdot 10^5 \text{ m}^{-1}$ ?
5. Germanium, joka on 4-arvoinen aine, seostetaan 3-arvoisella boorilla, se. sen johtavuus kasvaa 1500-kertaiseksi. Laske, kuinka suuri osuus germaniumatomeista on korvattava boorilla.
6. Monimuotokuidussa ytimen taitekerroin on 1.4718 ja vaipan vastaavasti 1.4711. Kromaattinen dispersiokerroin (= materiaali + aaltojohdedispersio) on  $50 \text{ ps km}^{-1} \text{ nm}^{-1}$ . Laske kokonaisdispersio kuidulle jonka pituus on 50 km. Lähettimen kaistanleveys on 40 nm.
7. a) Mihin valokuitututkan toiminta perustuu?  
b) Millaisena ilmenee valokuitututkan piirroksessa katkos kuidussa ja miksi?

**Laskimet sallittu, muu materiaali ei.**

Apuja toisella puolen paperia:

KÄÄNNÄ ->

Vakioita ja kaavoja:

$$k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

$$e = 1.609 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$c = 3.0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$N_A = 6.023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ eV} = 1.609 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = h \nu$$

$$v = v \lambda = v \lambda_0 / n$$

$$v = c / n$$

$$\sin \theta_c = n_2 / n_1$$

$$\tau_{ch} / L = D_{ch} \Delta \lambda$$

$$N = \rho_m N_A / M$$

$$\tau_m / L = (n_1 - n_2) / c$$

$$P_{dBm} = 10 \log_{10} (P / 10^{-3} \text{ W}),$$

$$d(\sin \theta_m - \sin \theta_i) = m \lambda, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$$

$$M \approx V^2 / 2$$

$$np = n_i^2$$

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

$$\tan \theta_p = n_2 / n_1$$

$$\sigma = (\mu_h p + \mu_n n) e$$

$$V = 2\pi a (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} / \lambda_0$$

$$\sin(\Delta \theta_{\min}) = 1.22 \lambda / D$$

$$\alpha_{dB} = L^{-1} 10 \log_{10} (P_{in} / P_{out})$$

$$NA = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$$

$$\rho = 1 / \sigma$$

$$\eta = I_{ph} h \nu / P_o e.$$

T = 300 K	Pii	Ge
Energiarako (eV)	1.1	0.67
Elektronien liikkuvuus $\mu_n$ (m <sup>2</sup> /Vs)	0.135	0.39
Aukkojen liikkuvuus $\mu_h$ (m <sup>2</sup> /Vs)	0.048	0.19
Sis. var. kulj. tiheys $n_i$ (1/m <sup>3</sup> )	$1.5 \cdot 10^{16}$	$2.4 \cdot 10^{19}$
Ominaisvastus $\rho_i$ ( $\Omega$ m)	2300	0.46
Tiheys (kg/m <sup>3</sup> )	$2.33 \cdot 10^3$	$5.32 \cdot 10^3$
Moolimassa (g/mol)	28.09	72.60