S-104.3310 Optoelektroniikka **tentti** **4.9.2009**

1. Selitä lyhyesti seuraavat termit: a) pseudomorfinen rakenne, b) populaatioinversio ja c) pintarekombinaatio.

2. a) Selosta LPE–, MOVPE– ja MBE–menetelmien periaatteet puolijohdekerrosten epitaktisessa valmistuksessa. b) Vertaa näiden menetelmien soveltuvuutta eri III-V - yhdistepuolijohteiden ja erityyppisten optoelektronisten komponenttien valmistukseen.

3. Olkoon puolijohdelaserin kynnysvirtatiheys J_{th} = 1,35 kA cm^{-2}. Samanlaisesta laserkomponentista halutaan tehdä superluminoiva valo diodi nostamalla kynnysvirtaa. Jos virran kulku estetään puolesta laserkaviteetin pituudesta, mihin arvoon kynnysvirrantiheys nousee? Oleta virrantiheyden ja vahvistuksen väliseksi riippuvuudeksi $J = 1\ \mathrm{kA/cm^2} + g \cdot 5\ \mathrm{A/cm}$. Aktiivisen materiaalin taitekerroin on 3,5, laserkomponentin pituus 300 µm ja komponentin absorptiokerroin ilman injektiota α = 3000 cm^{-1}.

4. Diodilaserin toimintaa voidaan kuvata esim. seuraavanlaisilla RATE-yhtälöillä

$$\begin{aligned} \frac{dn}{dt} &= AI - \frac{n}{\tau} - \frac{Bn\varphi}{\tau} \\ \frac{d\varphi}{dt} &= \frac{Bn\varphi}{\tau} - C\varphi \end{aligned} ,$$

missä φ on fotonitiheys, n injektiotiheys, τ rekombinaation aikavakio, I virta ja A, B, C parametreja. a) Selosta, mitä mekanismia kukin termi yhtälöissä kuvaa. b) Laske diodilaserin kynnysvirta näiden yhtälöjen perusteella. c) Laske fotoni- ja injektiotiheys tasapainotilanteessa.

5. Selosta fotojohde-, PIN- ja APD-detektorien toimintaperiaatteet ja vertaa niiden vahvistusta, kohinaa ja modulaatio-ominaisuuksia.

Fysikaalisia vakioita ja parametreja:

c = 3 x 10^{8} m/s h = 6.626 x 10^{-34} Js q = 1.602 x 10^{-19} C N_C (GaAs) = 4.4 x 10^{17} cm^{-3}

k_B = 1.38 x 10^{-23} J/K = 8.617 x 10^{-5} eV/K N_V (GaAs) = 8.2 x 10^{18} cm^{-3}

Nimi, opiskelijanumero, tutkinto-ohjelma, kurssikoodi sekä kokeen päivämäärä jokaiseen koepaperiin.