

**Sallitut apuvälineet:** Konseptiarkin kokoinen, käsinkirjoitettu muistilappu (palautetaan vastausten yhteydessä), laskin, matemaattinen kaavakokoelma.

- Määrittele seuraavien termien tarkoitus mahdollisimman lyhyesti: a) Spontaani emissio, b) Saturaatio, c) Guoy-vaihesiirto, d) Relaksaatiovärähtelyt, e) Akusto-optinen ilmiö, f) Muunnosrajoitettu pulssi.
- Vastaa seuraaviin kysymyksiin lyhyesti, mutta täsmällisesti: a) Miksi kaksitasosysteemissä ei voida saada aikaan populaatioinversiota? b) Mitkä mekanismit johtavat epähomogeeniseen viivanlevenemiseen? c) Moodilukitun laserin resonattorin pituus on 50 cm ja suljin on resonattorin keskellä. Mikä on laserin pulssien toistotaajuus?

- Epähomogeenisesti levinneen laserin vahvistuskerroin riippuu taajuudesta seuraavasti

$$g(\nu) = g_0 \exp\left[-(\nu - \nu_0)^2 / \gamma^2\right],$$

missä kerroin transition keskellä on  $g_0 = 1,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$  ja karakteristinen leveys on  $\gamma = 400 \text{ MHz}$ . Vahvistusaineen pituus on 20 cm ja taitekerroin yksi. Laserin peilien heijastavuudet ovat 100% ja 98%, muita häviöitä ei ole. Mikä laserin pituuden on oltava, että laser toimii riippumatta siitä, miten resonattorin tarkat taajuudet suhtautuvat transition resonanssitaajuuteen  $\nu_0$ ?

- Argon-ioni-laserin (aallonpituus 514,5 nm) resonattori on symmetrinen ja konfokaalinen ja sen pituus on 1 m. Laske laserin ulostulosäteen koko peilillä ja säteen divergenssikulma. Ulostulosäde kollimoidaan laittamalla välittömästi ulostulopeilin jälkeen linssi, jonka polttoväli on 0,5 m. Laske kollimoidun säteen vyötärön etäisyys linssistä, vyötärön halkaisija ja konfokaalinen parametri?

- Tarkastellaan nelitasolaserin vahvistinaineen toimintaa ilman resonattoria, jolloin laser ei tuota valoa. Pumpaus tapahtuu perustilalta 0 tilalle 3 transitionopeudella  $W$ . Aikavakio  $\tau_{ij}$  kuvaa tilan  $i$  relaksaatiota tilalle  $j$ . a) Mikä on lasertransitio? b) Kirjoita tasojen populaatioiden väliset taseyhtälöt. c) Yksinkertaista yhtälöt olettamalla, että lähes kaikki "atomit" pysyvät perustilalla 0. d) Ratkaise yksinkertaistetuista yhtälöistä tilojen populaatiot ajasta riippumattomassa tasapainotilanteessa. e) Millä ehdolla lasertransitiossa voidaan saavuttaa populaatioinversio? Onko tulos fysikaalisesti järkevä? f) Kuinka voimakkaasti ainetta pitää pumpata, että populaatioinversio saavutetaan?

