

**Sallitut apuvälineet:** Konseptiarkin kokoinen (A3 tai 2 x A4), käsinkirjoitettu muistilappu (palautetaan vastausten yhteydessä), laskin, matemaattinen kaavakokoelma.

- Määrittele seuraavien termien tarkoitus mahdollisimman lyhyesti: a) Einsteinin A-kerroin, b) Saturaatio, c) Guoy-vaihesiirto, d) Paikallinen reiänpalaminen (spatial hole burning), e) Schawlow-Townes-raja laserin viivanleveydelle, f) Pockells-kenno.
- Vastaa lyhyesti, mutta täsmällisesti: a) Mitkä mekanismit johtavat epähomogeeniseen viivanlevenemiseen? b) Miten laserresonaattorin pitkittäiset ja poikittaiset moodit eroavat toisistaan? c) Dispersion kompensointi ultranopeissa- (femtosekunti-) lasereissa.
- Nd:YAG-laser on nelitasolaser, jonka aallonpituus on 1064 nm. Lasertransition ylätilan elinaika on 230  $\mu\text{s}$  ja stimuloitun emission vaikutusala  $2,8 \times 10^{-19} \text{ cm}^2$ . Q-kytketyn Nd:YAG-laserin vahvistinaineen halkaisija on 5 mm, pituus 5 cm ja taitekerroin 1,82. Resonaattorin peilien välinen etäisyys on 50 cm ja niiden heijastavuudet ovat 100% ja 20% (ulostulopeili), muita häviöitä ei ole. Lasermoodin poikittainen halkaisija on 4 mm ja vakio. Vahvistinainetta pumpataan neliömäisellä pulssilla, jonka pumppausparametri on  $2 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3} \text{ s}^{-1}$  ja pituus 500  $\mu\text{s}$ . Erittäin nopea Q-kytkin avataan heti pumppauspulssin jälkeen. Arvioi viive Q-kytkimen avaamisen ja laserpulssin välillä sekä pulssin pituus.
- Argon-ioni-laserin (aallonpituus 514,5 nm) resonaattori on symmetrinen ja konfokaalinen ja sen pituus on 1 m. Laske laserin ulostulosäteen koko peillillä 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?

- Oheinen kuva esittää aineen energiatiloja ja niiden välisiä prosesseja. Tilojen 1 ja 2 välisen transition vaikutusala on  $\sigma$  ja aineeseen kohdistetun kentän intensiteetti  $I$ . Aikavakio  $\tau_{ij}$  kuvaa tilan  $i$  relaksaatiota tilalle  $j$ . a) Miten tilojen 1 ja 2 välinen absorptiionopeus  $W_{12}$  ja stimuloitun emission nopeus  $W_{21}$  riippuvat vaikutusalasta ja intensiteetistä, b) Kirjoita tasojen populaatioiden väliset taseyhtälöt, c) Ratkaise yhtälöt ajasta riippumattomassa tasapainotilanteessa, d) Mikä on tilan 3 populaatio, kun  $\tau_{31} \rightarrow \infty$ . Onko tulos fysikaalisesti järkevä?

