

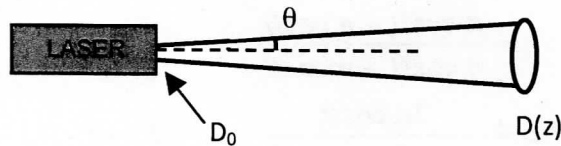
1. Selitä ytimekkäästi seuraavat asiat:

- Fermat'n periaate ja siitä johdettavat optiikan peruseriaatteet (1 pistettä)
- Brewsterin kulma (1 piste)
- Fourier Transform Infrared (FTIR) – spektrometrin toimintaperiaate (2 piste)
- Mitä erilaisia dispersiomekanismeja valokuiduissa voi esiintyä? (2 pistettä)

2. Linssisysteemi muodostuu kahdesta ohuesta linssistä L1 ja L2, joiden polttovälit ovat $f_1 = f_2 = +6$ cm ja jotka sijaitsevat samalla optisella akselilla. Jälkimmäinen linssi L2 on kiinteä, mutta ensimmäistä linssiä L1 voidaan siirtää siten, että etäisyys L1:n ja L2:n välillä voi vaihdella välillä 1 – 5 cm. Mille etäisyyksille linssin L2 takana systeemiin saapuvat säteet fokusoituvat, kun säteet saapuvat linssille L1 samansuuntaisesti optisen akselin kanssa? Piirrä linssisysteemistä kaavakuva, jossa näkyy myös valonsäteiden kulku. (6 pistettä)

3. Laser toimii 532 nm aallonpituudella ja sen spektrin puoliarvonleveys on 500 MHz. Lasersäteen mitattu teho on 2 mW ja säteen halkaisija lähtöaukossa $D_0 = 1$ mm. Divergoivan lasersäteen puolikulma on $\theta = 2 \cdot 10^{-3}$ rad (ks. kaavakuva laserista alla).

- Laserin eteen laitetaan heijastushila. Tulokulma hilan normaaliin nähden on 12,5 astetta. -1. ja -2. kertaluvun säteet nähdään ulostulokulmissa 2,56 ja -7,31 astetta. Kuinka monta sirottavaa naarmua hilassa on millimetriä kohti? (2 pistettä)
- Laske arvio lasersäteen spektriselle radianssille L_e lähtöaukossa sekä laske säteen fotonivuo. (2 pistettä)
- Laser kytketään valokuituun, jonka halkaisija on 5 μm ja taitekertoimet $n_{\text{ydin}} = 1,470$ sekä $n_{\text{vaippa}} = 1,468$. Eteneekö laservalo kuidussa yksimuotoisena? (2 pistettä)



4. a) Mustankappaleen säteilijän energiatiheys ε voidaan laskea kapealle taajuus- ($d\nu$) tai aallonpituuskaistalle ($d\lambda$) seuraavasti:

$$\varepsilon(\nu)d\nu = -\varepsilon(\lambda)d\lambda$$

Osoita, että termisessä tasapainossa mustankappaleen säteilijän energia aallonpituus- ja tilavuusyksikköä kohti voidaan esittää muodossa:

$$\varepsilon(\lambda) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad (3 \text{ pistettä})$$

Hehkulampun hehkulanka on 1500 °C lämpötilassa. Oletetaan, että hehkulanka toimii ideaalisen mustankappaleen säteilijän tavoin. Spektrinen radianssi $L(\nu)$ on tällöin:

$$L(\nu) = \frac{c}{4\pi} \varepsilon(\nu)$$

Arvioi kuinka suuri on lampun radianssi L kapealle spektrikaistalle 500.0 – 500.1 nm? (2 pistettä)
Mikä ovat $\varepsilon(\nu)$:n, $\varepsilon(\lambda)$:n ja L :n yksiköt? (1 piste)