

72451 Optisen spektroskopian menetelmät

Laskuharjoituskoee, 27.4.2004, salissa Sg209 klo 8-10

Tehtävä 1

Aurinkoa voidaan pitää 5800 K:n lämpötilassa olevana mustana säteilijänä. Käyttäen hyväksi annettua kertymäfunktioitaulukkoa laske

- kuinka suuri osa auringon säteilystä on seuraavilla alueilla: IR ($\lambda > 720$ nm), VIS (400 nm $< \lambda < 720$ nm) ja UV ($\lambda < 400$ nm).
- auringon maksimaalinen säteilyvoimakkuus maahan. Auringon säde on $6,69 \times 10^5$ km ja keskimääräinen etäisyys $1,486 \times 10^8$ km.

$\lambda T / 10^3 \mu\text{m}\cdot\text{K}$	$b(\lambda T)$	$\lambda T / 10^3 \mu\text{m}\cdot\text{K}$	$b(\lambda T)$
1.00	$3.21 \cdot 10^{-4}$	6.00	0.74
2.00	0.07	7.00	0.81
3.00	0.27	8.00	0.86
4.00	0.48	9.00	0.89
5.00	0.63	10.00	0.91

Tehtävä 2

Natriumin keltainen D-resonanssitransitio ($\lambda = 589$ nm, $3s \rightarrow 3p$) on tuttu moottoriteiden risteyksissä käytettävistä katuvaloista. Vahvempaa viivaa vastaavan 3p-tilan energia on $16\,973$ cm⁻¹, $g_1 = 2$, $g_2 = 4$ ja $A_{ki} = 0.680 \cdot 10^8$ s⁻¹. Tutkitaan natrium-metallihöyryn absorptiota valaisemalla sitä valolla, jonka spektri on tasainen. Valo johdetaan ilmaisimelle 10^{-3} cm⁻¹ levyisen optisen kaistanpäästösuotimen lävitse. Kuinka suuren osuuden höyrykerros absorboi saapuvasta valotehosta? Kerroksen paksuus on 5 cm, paine $p = 10^{-3}$ Pa ja höyryn lämpötila on 1500 K. Tarkastele aluksi kumpi levenemismekanismi dominoi: luonnollinen vai Doppler-leveneminen.

Tehtävä 3

Alla oleva yhtälö määrittelee kokonaisabsorption ω -avaruudessa. Johda ko. yhtälön eksponentissa oleva termi Doppler-, Lorentz- sekä Voigt-profiileille.

$$\alpha = 1 - \frac{1}{\Delta\omega} \int_{\Delta\omega} \exp(-\kappa_0 L \tilde{\varphi}_\omega) d\omega$$

Tehtävä 4

Eräs diodilaserspektrometri koostuu laserista, absorptiokammioista ja ilmaisimesta. Laserille menevää virtaa muuttamalla saadaan muutettua laserin emissioaallonpituutta. Kammiossa oleva näytekaasu absorboi laserin emissioalueella. Aallonpituutta muutetaan jatkuvan virtarampin avulla. Hahmottele ajan funktiona ilmaisimelle tuleva intensiteetti, kun

- kammiossa ei ole absorboivaa kaasua
- kammiossa on kyseisellä taajuusalueella absorboivaa kaasua
- kammiossa on kaasua ja kammion näytetikunoiden pinnat ovat samansuuntaiset aiheuttaen absorptiomittausta häiritsevän etalon-ilmion.
- Häiriöistä johtuen absoluuttisten konsentraatioiden ratkaiseminen spektristä voi olla hankalaa. Ehdota menetelmä, millä tuntemattoman konsentraation voisi määrittää. Entä, miten absorptiokerroin saataisiin selville?
- Millä tavoin absorption suuruuteen voitaisiin vaikuttaa?