

Astrofysiikan peruskurssi II – harjoitus 2 kevät 2020

Laskupaja pe 20.3. klo 12.15. Ratkaisut on palautettava ke 25.3. klo 12.15 mennessä kurssin Moodle-sivulle.

Mallivastaukset ilmestyvät kurssin Moodle-sivulle to 26.3.

1. Osoita että täysin vapaa elektroni ei voi absorboida tai emittoida fotonia.
2. Linnunradan kiekon lämpimän ionisoituneen tähtienvälisen aineen jakaumaa voidaan approksimoida tasokiekkona, joka ulottuu z -suunnassa symmetrisesti $|h_z| = 1$ kpc päähän Linnunradan tasosta. Oletetaan, että ionisoituneen tähtienvälisen aineen elektronitiheys on $N_e \approx 0.1 \text{ cm}^{-3}$ ja lämpötila $T = 10\,000 \text{ K}$. Johda yleinen kaava optiselle syvyydelle τ_T :lle Thomsonin sironnan tapauksessa z -korkeuden sekä kulman β funktiona, missä β on kulma Linnunradan tasosta “ylöspäin” mitattuna. Laske lopuksi lukuarvo τ_T :lle, kun $\beta = 90^\circ$ ja $z = 1.5 \text{ kpc}$.
3. Laske vedyn atomaarinen bound-free absorptiokerroin α_n^{bf} aallonpituuksilla $\lambda = 350 \text{ nm}$ ja $\lambda = 700 \text{ nm}$ yksiköissä $[\text{cm}^2]$ Lyman-sarjan absorptiolle ($n = 1$), Balmer-sarjan absorptiolle ($n = 2$), Paschen-sarjan absorptiolle ($n = 3$), sekä Brackett-sarjan absorptiolle ($n = 4$).
4. Laske seuraavaksi eri sarjojen aiheuttama bound-free absorptio κ_ν^{bf} aallonpituuksilla $\lambda = 350 \text{ nm}$ ja $\lambda = 700 \text{ nm}$ yksiköissä $[\text{cm}^{-1}]$ Auringon atmosfäärissä, jossa $T = 5800 \text{ K}$, $\rho = 3 \cdot 10^{-7} \text{ g/cm}^3$, kaasun paine $P_g = 10^5 \text{ dyn/cm}^2$ ja elektronipaine $P_e = 10 \text{ dyn/cm}^2$. Voit olettaa, että vety on täysin neutraalia Auringon atmosfäärissä ja että vedyn massaosuus Auringossa on $X = 0.7$.
5. Havaitaan laskevaa Aurinkoa 5° korkeudella horisontista pölystä vapaassa ilmakehässä.
 - (a) Miksi laskeva Aurinko näyttää punaiselta? Kuinka paljon enemmän sininen valo ($\lambda = 400 \text{ nm}$) siroaa verrattuna punaiseen valoon ($\lambda = 700 \text{ nm}$), eli mikä on sirottavien intensiteettien suhde?
 - (b) Laske ilmakehän optinen syvyys zenitissä sinisille valolle kun oletetaan, että ilmakehä koostuu lähinnä typpimolekyyleistä joiden lukumäärätiheys on $N \approx 5 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ja tämä jakauma ulottuu tasaisesti 10 km korkeuteen asti. Oleta lisäksi, että $E = 10 \text{ eV}$ on tyypillinen energia elektronisiirtymille typpimolekyylissä.
 - (c) Laske lopuksi mikä on optinen syvyys sinisisessä valossa laskevan Auringon suuntaan.