

Errata – Tunnettuja virheitä TAP ja ISM monisteessa

- **TAP sivu 54:** Keskimääräisen intensiteetin laskussa integraali pitää ottaa dA kohtisuoran pinnan yli, ei pelkän dA pinnan yli. Eli oikea integraali on:
$$\bar{I} = \int I_v dA_{\perp} / A$$
- **TAP sivu 55 esimerkki 2:** nimitys trigonometrinen parallaksi avaruus-kulman kaavassa on väärin. Kyseessä on Auringon kulmasäde, jonka arvo 16 kaariminuuttia on kuitenkin annettu oikein.
- **TAP sivu 62:** Wienin siirtymälaisissa kohdassa b) potenssi on jäänyt puuttumaan: $\nu = 5.878 \times T \text{ Hz/K} \rightarrow \nu = 5.878 \times 10^{10} T \text{ Hz/K}$.
- **TAP sivu 64:** Säteilypaineen laskussa lämpötila 5700 K on virheellisesti korotettu potenssiin 7, oikea potenssi on luonnollisesti säteilypaineen kaavan mukaisesti 4.
- **TAP sivu 69 esimerkki:** massa-absorptiokertoimen yksikkö puuttuu, oikea arvo on $k = 2.7 \text{ m}^2/\text{kg}$.
- **TAP sivu 78:** Säteilytasapainossa $F_{\text{out}} - F_{\text{in}} = 0$, ei vakio kuten monisteessa sanotaan.
- **TAP sivu 69 esimerkki:** säteilypaineen gradientin arvo on väärin. Oikea arvo on $dP/dx = 5.1 \rho \text{ N/kg}$.
- **TAP sivu 80, Erikoistapaus 2:** Integrointi tapauksessa missä lähdefunktio ei riipu optisesta syvyydestä pitäisi suorittaa 0:sta τ_v :hun, ei 0:sta äärettömään kuten monisteessa nyt on.
- **TAP sivu 84 laatikossa oleva kaava:** säteilynkuljetusyhtälön mukaisessa keskimääräisen intensiteetin kaavassa integraali-eksponenttifunktion argumentti tulisi olla itseisarvoissa: $E_1(|\tau_v' - \tau_v|)$
- **TAP sivu 85:** Taylorin sarja kehittämällä toisesta termistä puuttuu kakkosen potenssi: $(\tau_v - \tau_v^*)^2 / 2 \ d^2 S_v / d\tau_v^2$
- **TAP sivu 85:** Heti seuraavassa kaavassa on myös typo. Eli sarjakehittämällä kolmannen termin kerroin tulisi olla:
 $(\cos^2 \theta - \cos \theta \tau_v^* + 1/2 \tau_v^{*2})$
- **TAP sivu 87:** K-momenttia laskiessa integraali $\cos^2 \theta \sin \theta \ d\theta$:n yli pitäisi olla $2/3$, ei $4\pi/3$ kuten monisteessa nyt virheellisesti on.
- **TAP sivu 88:** Sivun alalaidan viimeisessä integraalissa, jossa I_1 integroidaan integraalista on jäänyt puuttumaan tekijä $\sin \theta$. Integraalin tulos on kuitenkin oikein.
- **TAP sivu 92 viimeinen yhtälö:** $S_v(\tau = 2/3) = F(0)$. Tästä kaavasta on pudonnut tekijä π pois yhtälön vasemmalta puolelta, kaavan pitäisi olla:
 $\pi S_v(\tau = 2/3) = F(0)$.
- **TAP sivu 100:** Taulukon "metalleja" koskeva viimeisessä summasarakkeessa on virhe. Summan pitäisi olla:
 $(1/A + 1/2) \times (Z \rho / m_H) \approx 1/2 \times (Z \rho / m_H)$, koska $1/A \ll 1/2$.
- **TAP sivu 103:** z-suuntaisen paineen kaavassa on ylimääräinen differentiaali. Oikea kaava on: $dP_z = (dp_z/dt)/dA$

- **TAP sivu 113:** Partitiofunktion $u(T)$ summassa summausindeksit ovat unohtuneet. Niiden pitäisi olla $i=1 \rightarrow i=\infty$.
- **TAP sivu 115:** Taulukon kolmannesta sarakkeesta on jäänyt $2n^2$ tekijä pois. Kolmannessa sarakkeessa pitäisi olla: $2n^2 e^{-X_n/kT}$.
- **TAP sivu 129:** "Sahan yhtälö antaa suhteen" kohdan seuraavassa kaavassa on 2-potenssit jääneet pois. Oikea kaava on muotoa: $[N_{II}(E)]^2/N_I(E) = (N_e)^2/N_I(E) = [N_E - N_I(E)]^2/N_I(E)$
- **TAP sivu 132:** Planckin kaavassa typoja taajuuden ja valonnopeuden eksponenteissa. Oikean kaavan pitäisi tietenkin olla: $B_\nu = 2h\nu^3/c^2 (e^{h\nu/kT} - 1)^{-1}$.
- **TAP sivu 141:** Efektiivisen lämpötilan potenssi on jäänyt pois. Oikea kaava on: $T^4(\tau) = 1/2 \times T_{\text{eff}}^4 (1 + 3/2 \tau)$
- **TAP sivu 147:** Magneettinen kenttävektori $\mathbf{H}_0 = 0$, ei \mathbf{H}_ϕ kuten monisteessa sanotaan virheellisesti.
- **TAP sivu 150:** Dipolin säteilytehoa laskettaessa integraali pitäisi olla pinta-alan dA yli, missä $dA = r^2 \sin\theta d\theta d\phi$, ei pelkän avaruuskulman $d\omega$ yli kuten monisteessa nyt on.
- **TAP sivu 157:** Sivun yläosan integraalissa, joka suoritetaan integrointi taajuuden ν yli, rajojen pitäisi olla 0:sta äärettömään, ei miinus-äärettömästä äärettömään kuten monisteessa sanotaan nyt.
- **TAP sivu 159:** Tämän sivun kaikissa kaavoissa pitäisi nimittäjässä olla 4π tekijän lisäksi ϵ_0 , eli $(4\pi\epsilon_0)$ mikäli ollaan SI-yksiköissä. cgs-yksiköissä tätä $4\pi\epsilon_0$ -tekijää ei ole kuten sivun viimeisessä kaavassa sanotaankin.
- **TAP sivu 170:** Sironnan vaikutusalan kaavassa, johon on sijoitettu reaalin taitekerroin n^2 pitäisi nimittäjässä lukea n^2+2 , ei n^2+1 kuten monisteessa nyt virheellisesti ilmoitetaan.
- **TAP sivu 176:** Sivun viimeinen lause: Balmerin hypyn aallonpituus on $\lambda = 3647 \text{ \AA}$, ei $\lambda = 3467 \text{ \AA}$ kuten monisteessa virheellisesti sanotaan.
- **TAP sivu 180:** Kohdassa jossa elektronin liike-energia lausutaan kontinuumin sidosenergiana, $|dv'| \propto K'^{-3}$, ei $|dv'| \propto K'^{-2}$, kuten monisteessa nyt sanotaan.
- **TAP sivu 181:** Viimeisessä kaavassa sivun alaosassa tulisi eksponentti lausekkeen olla $e^{-(\chi_1 + \chi_k)}$, ei $e^{-(\chi_1 + \chi_2)}$, kuten monisteessa nyt sanotaan.
- **TAP sivu 190:** Välivaiheessa ennen "Integroimalla yli taajuuksien saadaan" on typo. $(dB_\nu/dx) (dT/dx)$ -tekijän pitäisi olla $(dB_\nu/dT) (dT/dx)$.
- **TAP sivu 200:** Radio- ja infrapuna-alueella on voimassa Rayleigh-Jeansin approksimaatio, eli $h\nu/kT \ll 1$, ei $h\nu/kT \gg 1$ kuten monisteessa virheellisesti sanotaan.
- **TAP sivu 203:** ΔI on verrannollinen tekijään $(-k_\nu \rho \Delta x)$ ei yhtä suuri, koska yhtäsuuruus vaatisi vielä intensiteetin tekijän perään, eli $\Delta I = (-k_\nu \rho \Delta x) I_\nu(\tau_1)$.

- **ISM sivu 3:** Lyman-rajan aallonpituus on $\lambda_0=912 \text{ \AA}$, ei taajuus ν_0 kuten monisteen kappaleessa 1.2 sanotaan.
- **ISM sivu 5:** Termisten elektronien aiheuttamassa törmäysionisaatio-

kohdan kaavassa lämpötila on Kelvin (K) yksiköissä ja $Q_{0,1}$ yksikkö on $\text{cm}^{-3}\text{s}^{-1}$:

$$Q_{0,1}(H) \approx \nu \sigma = 10^{-11} \sqrt{T}$$

- **ISM sivu 5:** Sivun ala-osassa oleva kokonaisrekombinaatiokertoimen laskussa integroimisrajat, nolasta äärettömään puuttuvat.
- **ISM sivu 8:** Absorptiokertoimen suluissa $\kappa_\nu(n-f)$ merkinnän tulisi olla bound-free, eli $\kappa_\nu(b-f)$.
- **ISM sivu 11:** Luvun 1.3 lopuksi johdetussa $L_C(r)$:n kaavassa puuttuu miinus-merkki oikealla puolella, oikean kaavan pitäisi olla:

$$dL_C(r)/dr = -4\pi r^2 x^2 N_H^2 (\alpha_0 - \alpha_{0,1})$$

- **ISM sivu 16:** Luvun 1.5 viimeinen sivu: $10^{-14} \text{ cm}^{-1} = 3 \times 10^4 \text{ pc}^{-1}$, ei 10^4 pc^{-1} , kuten monisteessa nyt väitetään.
- **ISM sivu 16:** Samoin $\Delta r = 0.4 \times 10^{-3} \text{ pc}$, ei $\Delta r = 10^{-3} \text{ pc}$, kuten monisteessa nyt väitetään, vaikkakin suurusluokka on oikein.
- **ISM sivu 20:** Luvussa 2. annetaan virheellisesti Rayleigh-Jeansin approksimaation intensiteetti. Kaavan on lipsahtanut ylimääräinen Planck vakio, oikea kaava on:

$$I_\nu = 2\nu^2 kT / c^2$$

- **ISM sivu 28:** Luvussa 3.3. ensimmäisen sivun alareunan viimeisen kaavan oikealla puolella pitää olla intensiteetti jaettu valonnopeudella, eli I_ν/c , ei I_ν/c .
- **ISM sivu 32:** Luvun 3.3.2 viimeisen sivun yläreunassa on säteilykuljetusyhtälön absorptiotermin miinus-merkki unohtunut. Eli $dI_\nu/ds = -\text{absorptio} + \text{emissio}$
- **ISM sivu 32:** Säteilysiirtymien kertoimet: A_{mn}, B_{mn}, B_{nm} kohdassa ensimmäisen siirtymän indeksit ovat väärin päin, eli niiden pitäisi olla A_{nm} .
- **ISM sivu 34:** Luvun 3.3.3 toisella sivulla kun todetaan, että LTE:ssä Boltzmannin kaava on voimassa on eksponentista unohtunut miinusmerkki, eli $e^{-h\nu/kT}$.
- **ISM sivu 34:** Saman sivun viimeisessä kaavassa annetaan elektronitiheys kaasusumuissa, jälleen miinusmerkki on pudonnut pois tilavuusyksiköstä. Eli $N_e \approx 10^4 \text{ cm}^{-3}$.
- **ISM sivu 36:** Sivun ala-osassa olevassa Boltzmannin kaavassa lämpötilan pitäisi olla virityslämpötila T_{ex} , tosin mikäli LTE voimassa tämä T_{ex} olisi yhtenevä säteilykentän kirkkauslämpötilan T_b kanssa, mutta NLTE:ssä tämä ei tietenkään päde.
- **ISM sivu 38:** Vedyn 21 cm emissioviiva esimerkissä viittaus taulukkoon sivulla 17 on virheellinen, koska sellaista taulukkoa monisteessa ei ole.

- **ISM sivu 39:** Ensimmäisessä yhtälössä tekijä a_{21} pitäisi olla A_{21} . Saman esimerkin seuraavassa kohdassa, jossa käsitellään pilvenvälistä lämmintä HI kaasua x :n arvo pitäisi olla 32 käytetyillä pyöristetyillä arvoilla ja lopullinen eksitaatiolämpötila $T_{ex} \approx 245$ K. Monisteen arvot ovat oikeansuuntaiset.
- **ISM sivu 44:** Luvussa 4.3 johdetaan neutraalin vedyn numerotiheydelle. Kaavan tulisi olla seuraava, jossa lämpötila T on Kelvin asteissa:

$$n_v = 32\pi/3 k_{\text{Boltz}}/(hc^2) \nu/A_{10} x T_s \rho k'_v =$$

$$3.88 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2} T_s \rho k'_v$$
- **ISM sivu 45:** Sivun ylälaidan intensiteettilausekkeesta on unohtunut Boltzmannin vakio k , seuraavassa välivaiheessa se on taas mukana.
- **ISM sivu 45:** Sivun keskivaiheella Einsteinin kertoimen indeksit ovat menneet väärin päin, eli A_{01} tulisi olla A_{10} .