

Examen Radiation Processes in Astronomy

januari 2019

February 1, 2019

General info

Dit is een openboek examen. De cursustekst kan je gebruiken, maar eigen notities/samenvattingen/oefeningen niet. Een rekenmachine voorzie je zelf. Je krijgt vier uur in totaal (zeker genoeg normaal gezien.) De eerste vraag is mondeling [15 minuutjes, kan wat uitlopen], al de rest is volledig schriftelijk. Je kan je minstens een uur voorbereiden op het mondelinge deel, maar je mag NIETS meenemen naar het mondelinge, ook geen blad met notities ter voorbereiding. Voor het schriftelijk: Bouw je antwoorden goed op en leg ook uit wat zeldzame symbolen en indices betekenen (bv T hoef je niet uit te leggen, maar α_{ν}^{ff} dan best wel). Je krijgt ook deelpunten als je numerieke waarden op niks trekken, maar je wel zelf uitlegt dat het waarschijnlijk fout is en waarom.

Vraag 1

8 concepten die je aan Jon moet uitleggen. Hij zal bij sommige extra vragen stellen, ook als je uitleg al compleet was:

1. Radiative diffusion approximation
2. Wiens displacement law
3. Angular moments of intensity
4. radiation acceleration and Eddington limit
5. LTE spectral line formation using Eddington Barbier
6. Scattering as classical oscillator and its three limits
7. limb darkening
8. The resonance lines of hydrogen: what are they, where on the EM spectrum do they lie, what is their astrophysical importance?

Vraag 2

Deze vraag stond op 6 punten

- a) eigenlijk praktisch dezelfde oefening als in het boek, die ook in de les wordt behandeld: We beschouwen een gaswolk (homogeneous slab) bestaande uit waterstof, met homogene temperatuur $T = 10^4 \text{K}$ en een grootte van 100 parsecs. Geef de macht van frequentieafhankelijkheid van de emergent intensity in optically thick region en optically thin region. Je kan ervan uitgaan dat je naar de Rayleigh-Jeans limiet kijkt.
- b) Bij $\tau_\nu = 1$, bij frequentie $2.5 \cdot 10^6 \text{Hz}$ zien we de overgang in frequentieafhankelijkheid. Bereken de massadichtheid van deze slab, wetende dat het gedomineerd wordt door Bremsstrahlung.
- c) Voor een gas met temperatuur 200K en resonantiefrequentie ν_0 (gegeven), bereken de FWHM van de Doppler broadening.
- d) Bereken voor welke dichtheid de dopplerbroadening en de collisional broadening even belangrijk zijn. Gegeven dat FWHM voor collisional broadening $= \gamma/(2\pi)$, en $\gamma = 2/t$, $t = l_{mfp}/v_{th}$. Als hint stond er ook dat l_{mfp} kan berekend worden met de geometrische cross-section van het Bohr atoom. (aka $\sigma = \pi r^2$) Vergelijk met deelvraag b), wat kan je besluiten over het belang van collisional broadening in de twee situaties?

Vraag 3

Deze vraag stond op 3 punten

- a) In het vroege Universum heerste er vlak voor de recombinatie een temperatuur van 3000-4000K. Praktisch al het waterstof was geïoniseerd. Waarom is dit in de atmosfeer van de zon die zo'n 6000K is niet het geval en wat doet dit je besluiten over ionisatieniveaus in andere astrofysische objecten?
- b) Gegeven is een gas van waterstof; met $T = 10^4 \text{K}$ en dichtheid $\rho = 10^{-9} \text{g/cm}^{-3}$. Ook is gegeven dat $U_{r+1}/U_r = 1/2$. Bereken de fractie geïoniseerd waterstof. Voor welke astronomisch object kan dit gelden?

Vraag 4

Deze multiple choice vragen staan allen tezamen op 4 punten. 0,25 punt per juist antwoord, geen giscorrectie. 16 quizvragen gelijkaardig of identiek aan diegene dat online staan. De antwoorden van die quizvraagjes kan je ook in dat document op Toledo vinden. Hier geven we al die vragen niet, dat zou enigszins overbodig zijn. We raden je aan om (in groep) alle quizvraagjes eens op te lossen. Een maat van me en ik hebben dat samen eens gedaan, wat ons één uur en een kwartier kostte.