

Profils de raies, opacité continues

1. Profil Doppler des raies

1. Montrer que, si les ions d'une atmosphère stellaire ont une distribution maxwellienne des vitesses v_x :

$$f(v_x) = \frac{dN_x}{N} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{m}{2kT}} e^{-\frac{mv_x^2}{2kT}} dv_x \quad (1)$$

alors le profil de la raie peut s'écrire, en négligeant la largeur du profil naturel:

$$\frac{I_\nu d\nu}{I} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-\left(\frac{\Delta\nu}{\Delta\nu_D}\right)^2} \frac{d\nu}{\Delta\nu_D} \quad (2)$$

avec $\Delta\nu \equiv \nu - \nu_0$ et $\Delta\nu_D \equiv \frac{v_0}{c} \sqrt{2kT/m}$, où ν_0 est la fréquence moyenne de la raie.

2. Quelle est la largeur Doppler (en Å) d'une raie de fer à 5000 Å formée dans une couche d'atmosphère stellaire de température $T = 5700$ K?
3. Les raies d'un élément lourd sont-elles plus larges ou plus étroites que celles d'un élément léger? Dans quelles proportions? (on néglige la vitesse de microturbulence).

2. Diffusion de Rayleigh, de Thomson

1. En partant de la formule de l'oscillateur harmonique pour la partie imaginaire de l'indice de réfraction

$$n' \simeq \frac{Ne^2}{2m_e} \frac{\nu \gamma / 2\pi}{(\nu_0^2 - \nu^2)^2 + \nu^2 \left(\frac{\gamma}{2\pi}\right)^2} \quad (3)$$

et de l'expression de γ

$$\gamma = \frac{8\pi^2 e^2 \nu^2}{3m_e c^3} \quad (4)$$

montrer qu'on retrouve la loi de diffusion de Rayleigh, à savoir $\kappa\rho \propto 1/\lambda^4$, dans le cas d'un électron fortement lié à l'atome.

2. Montrer, à partir des mêmes équations, que l'opacité tend vers une constante quand l'électron est si faiblement lié à l'atome ou au ion qu'il en devient libre.