$\boxed{\text{Základy přenosu záření}}$

– v TE – jedna teplota

částice rovnovážně: $f(v)\,dv = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-\frac{mv^2}{2kT}}\,dv$

stavy v rovnováze: $\frac{n_j}{n_i} = \frac{g_j}{g_i}\, e^{-\frac{(E_j - E_i)}{kT}}$ Boltzmann

$g_i = 2i^2$ pro H g_i počet deg. stavů

ionizace v rovnováze:

$$\frac{N_I}{N_{I+1}} = n_e \frac{U_I}{U_{I+1}}\, c\, T^{-3/2}\, e^{\frac{\chi_I}{kT}}$$

$$U_I = \sum_1^{\infty} g_i\, e^{-\frac{E_i}{kT}}$$ partiční funkce

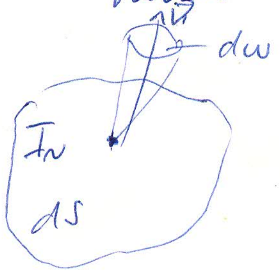
(ostatně velmi vysoké stavy v praxi nenastávají)

$n_e \sim N_p$ v oblasti plné ionizace vodíku

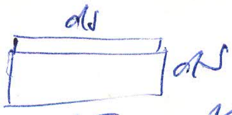
(teplotní minimum problém) $n_e \sim (10-100)\, n_H$

⇒ není co řešit, intenzita je Planckovská

LTE – TE platí lokálně pro částice, intenzita se musí řešit → $\boxed{\text{přenos záření}}$



$$dE = I(\vec{r}, \vec{n}, \nu, t)\, dS \cos\vartheta\, d\omega\, d\nu\, dt$$



absorpce:

$$dE = \chi(\vec{r}, \vec{n}, \nu, t)\, I(\vec{r}, \vec{n}, \nu, t)\, dS\, ds\, \cancel{d\omega}\, d\nu\, dt$$

$1/\chi = l$ … střední volná dráha

absorpce – ~~pravá~~ – foton absorbován, zničen

– reemise = rozptyl

~~emise~~

emise $\quad dE = \eta(\vec{r}, \vec{n}, \nu, t)\, dS\, ds\, d\omega\, d\nu\, dt$

rovnovážná $\quad \eta = \chi B$ ... Kirchhoffův zákon

nerovnovážné $\quad \dfrac{\eta}{\chi} = S$ ... zdrojová funkce

bilance:

$$\left[I(\vec{r}+\Delta\vec{r}, \vec{n}, \nu, t+\Delta t) - I(\vec{r}, \vec{n}, \nu, t)\right] dS\, d\omega\, d\nu\, dt =$$

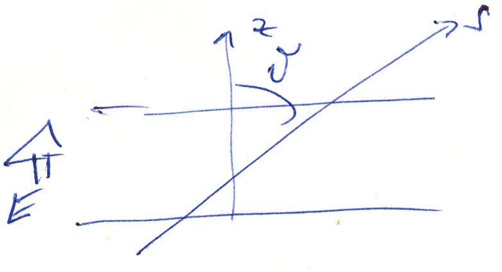
$$= \left[\eta(\vec{r}, \vec{n}, \nu, t) - \chi(\vec{r}, \vec{n}, \nu, t)\, I(\vec{r}, \vec{n}, \nu, t)\right] ds\, dS\, d\omega\, d\nu\, dt$$

$$\Delta I = \frac{\partial I}{\partial s} ds + \frac{\partial I}{\partial t} dt = |ds = c\,dt| = \left(\frac{\partial I}{\partial s} + \frac{1}{c}\frac{\partial I}{\partial t}\right) ds =$$

$$= \left(\frac{\partial I}{\partial s} + \frac{1}{c}\frac{\partial I}{\partial t}\right) n \cdot \nabla$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{1}{c}\frac{\partial I}{\partial t} + (n \cdot \nabla) I = \eta - \chi I}$$

stacionární intenzita, planparalelní atmosféra



$$\frac{d}{ds} = \mu \frac{d}{dz} \; ; \qquad n_z = \frac{dz}{ds} = \cos\vartheta = \mu$$

$$\Rightarrow \text{RTE:} \quad \mu \frac{dI_\nu}{dz} = \eta_\nu - \chi_\nu I_\nu \qquad | : \chi_\nu$$

$$\mu \frac{dI_\nu}{d\chi_\nu dz} = \frac{\eta_\nu}{\chi_\nu} - I_\nu \qquad S_\nu \; ; \quad d\tau_\nu = -\chi_\nu dz$$

$$\Rightarrow \mu \frac{dI_\nu}{d\tau_\nu} = I_\nu - S_\nu$$