

Corrigé résumé de l'examen TC9 : Plasmas astrophysiques (cours N. Meyer)/28 Novembre 2007

N'inclut évidemment pas ce qui se trouve dans le cours.

I. Particules dans un champ magnétique

2. Rayons de gyration

Attention, à 10^7 eV ($W = 10^7 \times e$ J), on a $v \ll c$ pour les protons d'où $p = (2m_p W)^{1/2}$, mais $v \simeq c$ pour les électrons d'où $p = W/c$.

- (a) $r_g \simeq 15 \times 10^3$ m ;
- (b) $r_g \simeq 1.5 \times 10^9$ m ;
- (c) $r_g \simeq 1.1 \times 10^3$ m ;
- (d) $r_g \simeq 1.1 \times 10^8$ m.

3. Filtrage de particules par le champ magnétique terrestre

- (a) Oui puisque $r_g \ll R_\oplus$ (rayon de la Terre \sim échelle du champ terrestre).
- (b) Il faut $r_g \gg R_\oplus$, d'où $W_{eV} \gg BcR_\oplus \simeq 6 \times 10^{10}$ (puisque $v \simeq c$).
- (c) Trajet approx. rectiligne puisque $\mathbf{v} \parallel \mathbf{B}$.

4. Structures magnétiques

- (a) $r_g < L$ requiert (puisque $v \simeq c$) $BL > 3 \times 10^{11}$ Tm.
- (b) $B > 2 \times 10^{-7}$ T. C'est $\gg B_{galactique}$.
- (c) BL est divisé par Z . Encore très grand !

II. Détection de poussières dans l'espace

1. Energie d'ionisation

Il faut environ W_{Bohr} , i.e. 13.6 eV, pour arracher un électron extérieur d'un atome.

2. Ionisation suivant un impact

- (a) Il faut $mV^2/2 > W_{Bohr}$ (où m est la masse d'un atome).
- (b) $V \simeq 1.2 \times 10^4$ m/s.

3. Nuage de plasma

$$N \simeq 10^{-3} \times (4\pi a^3/3)\rho/(18m_p).$$

4. Longueur de Debye

- (a) Densité d'électrons $n \simeq N/[4\pi(Vt)^3/3] \simeq 3.3 \times 10^{-5}t^{-3}$ d'où $L_D \simeq 1.2 \times 10^6 t^{3/2}$ m.

(b) $R/L_D \simeq 0.8 \times 10^{-2} t^{-1/2}$. L_D représente l'extension de la région non neutre autour du centre du nuage.

5. Champ électrique

(a) $R < L_D$, d'où $t > t_0 \simeq 7 \times 10^{-5}$ s.

(b) $E \simeq Ne/(4\pi\epsilon_0 R^2)$ pour $t \simeq t_0$ ($R \simeq L_D$). D'où $E \simeq 0.4$ V/m.

6. Collisions

(a) $l \sim 1/(n_n \sigma)$ avec $n_n \simeq 10^3 n$ et $\sigma \sim 10^{-19}$ m². D'où $l \sim 3 \times 10^{20} t^3$ m.

(b) En utilisant

$$l_{pm} \simeq \frac{10^9}{\ln(4\pi/g)} \times \frac{T^2}{n}$$

on a $l_{pm} \sim 2 \times 10^{20} t^3$ (en évaluant g à t_0).

(c) En pratique l_{pm} et l sont très supérieurs à R pour toute valeur raisonnable de t , donc les collisions ne jouent aucun rôle dans le nuage.