

Ex 1 : 4 points

Dans un milieu gazeux constitué d'atomes cibles supposés fixes, traversé par un électron, le libre parcours moyen (λ) de l'électron est la distance parcourue par cet électron entre deux collisions successives. Ce libre parcours est donné par la relation : $\lambda = 1/n_g \cdot \sigma$; avec $\sigma = \pi \cdot r^2$ (2)

Où n_g est la densité du gaz, σ est la section efficace et r est le rayon de l'atome cible. La fréquence de collision (ν) entre l'électron et les atomes cibles est donnée par : $\nu = V_{th}/\lambda$ où V_{th} est la vitesse thermique qui est déduite à partir de l'expression : $\frac{1}{2}(mV_{th}^2) = 3/2(K_B T)$ et dont l'expression simplifiée est : $V_{th} = [3K_B T/m]^{1/2}$; T est la température du plasma et m est la masse atomique. Ainsi, la fréquence de collision est :
$$\nu = n_g \cdot \sigma \cdot [3K_B \cdot T/m]^{1/2} \quad (2)$$

Ex 2 : 4 points

L'application du champ électrique périodique provoque un excès d'électrons et une accumulation de charges qui génèrent un champ électrique exerçant une force de rappel sur les électrons qui effectuent des oscillations autour d'une position d'équilibre moyenne, de fréquence angulaire :

$\omega_{pe} = [n_e \cdot q^2 / m_e \cdot \epsilon_0]^{1/2}$; de même les ions ont un mouvement de fréquence angulaire :

$\omega_{pi} = [n_i \cdot q^2 / m_i \cdot \epsilon_0]^{1/2}$ (2)

avec m_e (m_i) : masse de l'électron (l'ion) ; ϵ_0 : permittivité du vide et q : charge électrique. Selon la fréquence (f) appliquée par le générateur et les fréquences électronique (f_{pe}) et ionique (f_{pi}), il existe trois type de plasma : a) plasma à basse fréquence : $f < f_{pi} < f_{pe}$ (f varie de quelques centaines de Hz à quelques centaines de kHz) ; b) plasma radiofréquence : $f_{pi} < f < f_{pe}$ (f varie de 1 MHz à 0,5 GHz) et c) plasma hyperfréquence : $f_{pi} < f_{pe} < f$ (f varie de 0,5 GHz à quelques GHz). (2)

Ex 3 : 4 points

$m_e c^2 = 9,1091 \cdot 10^{-31} (3 \cdot 10^8)^2 = \underline{81,982 \cdot 10^{-15}} \text{ J} = [(81,982 \cdot 10^{-15}) / 1,6 \cdot 10^{-19}] \text{ eV} = 5,108 \cdot 10^5 \text{ eV} = 0,511 \text{ MeV}$

mais dans le système CGS, l'unité de l'énergie est l'erg : $1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg}$. Donc $m_e c^2 = \underline{8,1982 \cdot 10^{-9}} \text{ erg}$ (1)

$m_p c^2 = 1,6725 \cdot 10^{-27} (3 \cdot 10^8)^2 \text{ J} = \underline{15,0525 \cdot 10^{-11}} \text{ J} = [15,0525 \cdot 10^{-11} / 1,6 \cdot 10^{-19}] \text{ eV} = 940,7 \text{ MeV}$

en CGS : $m_p c^2 = 1,6725 \cdot 10^{-24} (3 \cdot 10^{10})^2 = 1,505 \cdot 10^{-3} \text{ erg}$ (1)

Commentaire : Comme attendu, et à cause de la grande différence de masse, l'énergie qui résulte de l'annihilation (désintégration totale) de la masse de l'électron pour se transformer en énergie est négligeable devant l'énergie résultant de l'annihilation de la masse du proton. (2)

