

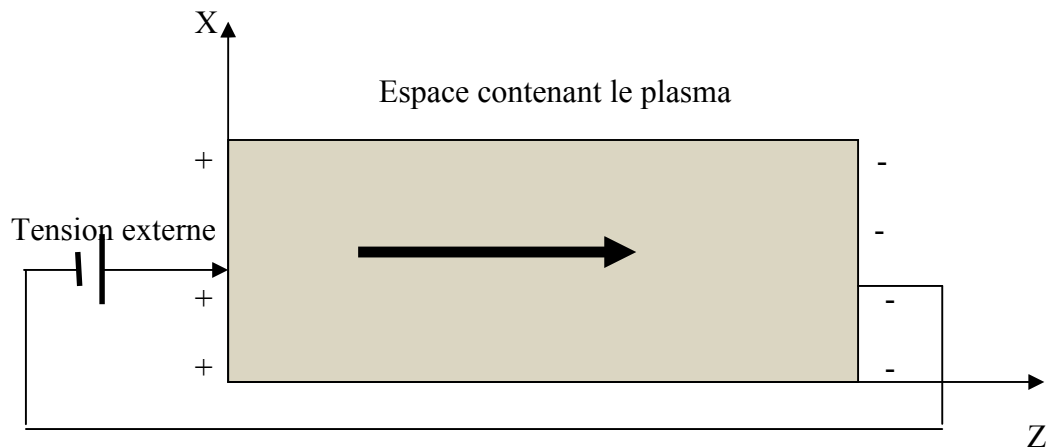
Questions sur le Cours

Un plasma se caractérise par sa fréquence angulaire notée, ω_p . Rappeler le modèle qui permet de décrire cette grandeur physique et expliquer le principe.

Réponses

Cette question a été posé l'hors d'un examen et il est à rappeler que l'enseignant a évoqué l'explication durant le cours.

Physiquement, la fréquence angulaire du plasma traduit la fréquence critique à laquelle se propage un électron au temps que particule fluide (plasma neutre, ions immobiles) qui est induite par l'action d'un champ électrostatique provoqué par la séparation des charges. En parlant de séparation de charges, il est sous-entendu que le plasma est confiné dans l'espace limité par deux armatures planes (comme un condensateur) sur lesquelles on applique une tension externe (Voir Figure 1).



En parlant de mouvement, on définit un repère XOZ. Sous l'effet de la tension externe, les électrons de densité n_e se déplacent en groupe (mouvement d'ensemble) d'une quantité Z. Ainsi, il apparaît deux régions : du côté armature droite on aura un excès d'électrons, et du côté armature gauche, on aura un manque d'électrons. Suite à cette **séparation de charges**, il y aura la naissance d'un champ **électrostatique** noté E_s (tracé en noir).

En lisant l'explication, veuillez regarder le schéma en même temps.

Suite à la présence de E_s , les électrons vont avoir tendance à revenir vers leur position d'équilibre et le principe fondamental de la dynamique appliqué à un électron, selon l'axe OZ du mouvement se traduit par :

$$m \frac{d^2}{dt^2} Z = -e E_s$$

Remarque : Puisque le mouvement des électrons suit la direction du champ E_s (**les électrons ne pourront pas se déplacer suivant OX**), l'explication précédente permet de comprendre que le phénomène est pratiquement similaire à celui d'un condensateur plan. Ainsi, le champ électrostatique $E_s = \text{densité surfacique de charges} / \epsilon_0$ (formule vue en première année).

La densité surfacique de charges notée $\sigma = n_e e Z$ où on suppose que la surface des armatures est $S = 1$ (pour simplification).

Finalement, on écrit :

$$m \frac{d^2}{dt^2} Z = -e E_s$$

Soit et en divisant par m :

$$\frac{d^2}{dt^2} Z + \frac{n_e e^2}{m \epsilon_0} Z = 0$$

Une telle équation différentielle admet la forme

$$\frac{d^2}{dt^2} Z + \omega_p^2 Z = 0$$

C'est-à-dire la fréquence plasma est:

$$\omega_p^2 = \frac{n_e e^2}{m \epsilon_0}$$

L'équation différentielle en question devra vous rappeler à celle du ressort par exemple.